

TRABAJO DE FINAL DE GRADO DE VETERINARIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRARIA



UNIVERSIDAD DE LLEIDA



REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DEL SÍNDROME RESPIRATORIO BOVINO. COMPARATIVA DE TRES MÉTODOS DIAGNÓSTICOS: 'CLINICAL SCORING', ECOGRAFÍA Y RADIOGRAFÍA PULMONAR.

Alba Martínez Caballero

Tutor: Irene López Helguera
Curso académico: 2019-2020

ÍNDICE

1. Índice de abreviaturas	Pág. 3
2. Abstract	Pág. 4
3. Introducción	Pág. 7
4. Objetivos	Pág. 10
5. Material y métodos	Pág. 11
6. Anatomía del sistema respiratorio bovino	Pág. 12
7. Síndrome Respiratorio Bovino	
7.1. Etiología	Pág. 14
7.2. Patogenia	Pág. 14
7.3. Síntomas	Pág. 15
7.4. Lesiones	Pág. 15
7.5. Diagnóstico	
7.5.1. Diagnóstico microbiológico	Pág. 16
7.5.2. Diagnóstico SRB: 'clinical scoring'	Pág. 16
7.5.3. Diagnóstico por imagen: Radiografía	Pág. 18
7.5.4. Diagnóstico por imagen: Ecografía	Pág. 21
7.6. Tratamiento	Pág. 23
7.7. Prevención	Pág. 24
8. Discusión	Pág. 25
9. Conclusión	Pág. 28
10. Anexo I	Pág. 29
11. Bibliografía	Pág. 40

1. ÍNDICE DE ABREVIATURAS

- SRB: Síndrome Respiratorio Bovino
- IBR: Rinotraqueitis infecciosa bovina
- GMD: Ganancia media diaria
- AINEs: Antiinflamatorios no esteroideos
- Kv: Kilovoltaje
- mA: Miliamperios
- mAs: Miliamperios por segundo
- kHz: Kilohertzios
- MHz: Megahertzios

2. ABSTRACT

Castellano

El Síndrome Respiratorio Bovino es una enfermedad que causa grandes pérdidas económicas y productivas en las explotaciones bovinas. Sabemos por las lesiones pulmonares halladas en matadero que existe un elevado número de animales afectados que no muestran síntomas, por ello es importante realizar un buen diagnóstico que permita detectar todos los animales afectados y así poder aplicar un tratamiento que reduzca dichas pérdidas

El objetivo de este estudio fue realizar una revisión bibliográfica sobre el Síndrome Respiratorio Bovino y los métodos diagnósticos de 'clinical scoring', radiografía torácica y ecografía torácica.

El clínico scoring es un método de fácil aplicabilidad, pero con una sensibilidad y especificidad bajas (61.8% y 62.8% respectivamente). La radiografía torácica es el método con más sensibilidad (94%), pero es de difícil aplicación en granja por la complejidad del equipo, la protección necesaria para los técnicos para la radiación y por la dificultad para realizar distintas proyecciones. La ecografía torácica, por el contrario, es el método con mayor especificidad (93.9%) además sólo requiere material habitualmente utilizado en la granja, ya que se puede adaptar la sonda utilizada en reproducción.

Después de realizar la comparativa entre las técnicas diagnósticas, se concluye que un método de diagnóstico eficaz para el Síndrome Respiratorio Bovino sería combinar las técnicas de diagnóstico de 'clinical scoring' con la ecografía pulmonar. Si además, utilizamos el diagnóstico laboratorio se permitiría determinar los patógenos causantes de la enfermedad en la explotación.

Catalán

La Síndrome Respiratòria Bovina és una malaltia que causa grans pèrdues econòmiques i productives a les explotacions bovines. Sabem per les lesions pulmonars trobades a l'escorxador que existeix un elevat nombre d'animals afectats que no mostren símptomes, per això és important realitzar un bon diagnòstic que permeti detectar tots els animals afectats i així poder aplicar un tractament que redueixi aquestes pèrdues.

L'objectiu d'aquest estudi va ser realitzar una revisió bibliogràfica sobre la Síndrome Respiratòria Bovina i els mètodes diagnòstics de 'clinical scoring', radiografia toràcica i ecografia toràcica.

El Clinical scoring és un mètode de fàcil aplicabilitat, però amb una sensibilitat i especificitat baixes (61.8% i 62.8% respectivament). La radiografia toràcica és el mètode amb més sensibilitat (94%), però és un mètode de difícil aplicació en granja degut a la complexitat de l'equip, la protecció necessària per als tècnics per a la radiació i per la dificultat per realitzar diferents projeccions. L'ecografia toràcica per contra, és el mètode amb major especificitat (93.9%) a més només requereix material habitualment utilitzat a la granja, ja que es pot adaptar la sonda utilitzada en reproducció.

Un cop realitzada la comparativa entre les tècniques diagnòstiques es conclou que un mètode de diagnòstic eficaç per la Síndrome Respiratòria Bovina seria combinar les tècniques de diagnòstic de 'clinical scoring' amb l'ecografia pulmonar. Si a més, utilitzem el diagnòstic laboratorial es permetria determinar els patògens causants de la malaltia en l'explotació.

Inglés

Bovine Respiratory Syndrome causes great economic and productive losses. We know from the lung lesions found in the slaughterhouse, that there are a large number of affected animals that do not show symptoms. Therefore, it is important to make a good diagnosis to detect all the affected animals and to be able to apply a treatment to mitigate these losses.

The aim of this research was to carry out a bibliographic review on Bovine Respiratory Syndrome plus the diagnostic methods of clinical scoring, thoracic radiography and thoracic ultrasound.

Clinical scoring is an easily applicable method, but with a low sensitivity and specificity (61.8% and 62.8% each). Chest radiography is the most sensitive method (94%), but it is difficult to perform on the farm due to the complexity of the equipment, the necessary protection for the technicians to avoid radiation, and the difficulty in making different projections. Thoracic ultrasound is the method with the highest specificity (93.9%) and it just requires an equipment currently used on farm. We can use the same transducer as in reproductive explorations.

After comparing the diagnostic techniques it is concluded that an effective diagnostic method of Bovine Respiratory Syndrome would be to combine the clinical scoring diagnostic technique with thoracic ultrasound. Moreover, laboratory diagnosis would allow to detect the pathogens agents causing the disease on the farm.

3. INTRODUCCIÓN

Existe un creciente interés y preocupación por el bienestar animal en los sistemas de producción actuales. La intensificación de la actividad ganadera, con la finalidad de aumentar la producción animal, puede llegar a repercutir negativamente en el estado de los animales (Rushen *et al.*, 2008). Existen tres tipos de criterio respecto el bienestar animal, en primer lugar se busca que no se den alteraciones de las funciones biológicas, el segundo se centra en lo que el animal puede estar sintiendo como por ejemplo frío calor o miedo y el tercero procura que los animales tengan la posibilidad de expresar su comportamiento natural (Rushen *et al.*, 2008). Un aumento de las enfermedades y lesiones puede tener tanto impacto económico en la explotación como impacto negativo en el bienestar animal (Dawkins, 2017).

Las enfermedades respiratorias en bovino tienen una elevada incidencia en las explotaciones (Trigo, 1987). Son una de las principales causas de un menor rendimiento porque no solo implica el coste de perder un animal, sino que también afectan a otros costes como la mano de obra o los tratamientos terapéuticos y supone una bajada de la producción y menor ganancia media diaria respecto a los animales sanos, ocasionando en algunos casos un sacrificio prematuro (Smith, 1998; Snowden *et al.*, 2006). El origen de estas patologías es multifactorial, además de la presencia del patógeno (virus o bacteria), requieren de otros factores. Estos elementos pueden ser ambientales, nutricionales o de manejo (Jiménez, 2007). La nutrición en bovinos es uno de los aspectos que juega un papel importante en la salud animal. Se debe de tener en cuenta no solo el aporte suficiente de alimento para el desarrollo de los terneros sino también la composición (Gorden and Plummer, 2010). Es necesario realizar un aporte equilibrado de todos los nutrientes requeridos en cada momento del ciclo productivo, mediante la formulación de raciones. El hecho de formular correctamente una ración hará que la evolución tanto en ganancia media diaria, como en el desarrollo del sistema inmunitario, sean los adecuados, esto es especialmente importante en la etapa de crecimiento de los terneros (Gorden and Plummer, 2010). Un correcto aporte de proteínas en la dieta favorece la síntesis de aminoácidos esenciales, ayudando a mejorar el sistema inmunitario (Houterp *et al.*, 1995). Los factores ambientales y de manejo que pueden influir en la aparición de patologías son: alta densidad de animales, la mezcla de distintas edades, temperaturas fuera del rango óptimo (demasiado calor o frío), elevada humedad relativa, ventilación inadecuada y el estado inmunitario de la explotación entre otros (Trigo, 1987). Uno de estos factores podría desencadenar la secreción de corticoesteroides y si esta situación se mantuviera en el tiempo, dichos corticoesteroides llegarían a disminuir la respuesta del sistema inmunitario, viéndose inhibida la capacidad de migrar de los macrófagos alveolares (Trigo, 1987).

En las enfermedades respiratorias, podemos distinguir dos grandes grupos, las que afectan al tracto respiratorio superior e inferior (Peek *et al.*, 2018). Dentro de las

afecciones en vías altas tenemos obstrucciones mecánicas de las vías aéreas, enfermedades inflamatorias como podrían ser rinitis alérgicas o granulomatosas, sinusitis, edema laríngeo u obstrucción traqueal entre otros (Peek *et al.*, 2018). En la afectación de vías bajas del sistema respiratorio encontraremos neumonías infecciosas (bacterianas, víricas o fúngicas) y neumonías por aspiración (Peek *et al.*, 2018). Las que causan más pérdidas en una explotación son aquellas patologías que afectan a las vías bajas (Smith, 1998), entre ellas destacan las siguientes: Rinotraqueitis infecciosa bovina, Diarrea vírica bovina, Virus respiratorio sincitial bovino, Perineumonía contagiosa bovina y Pasteurellosis neumónica (Jiménez, 2007). Éstas son muy graves en animales neonatos y jóvenes (menores de 4 meses), en animales de hasta un año cursan de manera grave mientras que en adultos suelen cursar de manera moderada o leve (Jiménez, 2007).

El Síndrome Respiratorio Bovino (SRB) es una de las enfermedades respiratorias que más impacto económico tiene dentro de una explotación, pudiendo llegar a causar hasta 33.71 € de pérdidas por animal tratado (Smith, 1998; Grissett *et al.*, 2015). Los animales afectados que no reciben un tratamiento presentan menores ganancias medias diarias (Snowder *et al.*, 2006). Se trata de una enfermedad multifactorial, ya que para su desarrollo debemos contar con la presencia de agentes patógenos así como factores de estrés, tanto ambientales como de manejo. Por ejemplo el sistema productivo puede tener cierta influencia en la prevalencia de enfermedades, presentando mejor inmunidad en sistemas de producción ecológicas (Blanco Penedo, 2008; Grissett *et al.*, 2015). Entre los agentes patógenos causantes del SRB podemos encontrar los siguientes virus y bacterias: Pestivirus bovino, Herpesvirus bovino, Virus Sincitial Respiratorio Bovino y virus de la Parainfluenza-3, *Mannheimia haemolytica*, *Pasteurella multocida*, *Histophilus somni* y *Mycoplasma bovi* (Grissett *et al.*, 2015; Cockcroft, 2015). Es importante controlar todos los factores que permiten el desarrollo del SRB para mitigar las pérdidas (Peek *et al.*, 2018). Para ello debemos controlar la inmunidad en la explotación mediante la administración de 3-4 L calostro de calidad (50 g IgG/ L) en las 2 primeras horas postnacimiento y protocolos vacunales, asimismo controlaremos factores ambientales de humedad relativa, temperatura y ventilación. Procuraremos que se implementen unas correctas medidas de bioseguridad y que la nutrición aportada a los animales sea suficiente y de calidad. Para conformar un plan de control y prevención también se estudiarán los microorganismos causantes de las patologías respiratorias en la explotación, de este modo se podrán aplicar tratamientos terapéuticos específicos y eficaces (Peek *et al.*, 2018).

Para evaluar y diagnosticar el proceso respiratorio se debe realizar una anamnesis con la finalidad de obtener información de las condiciones ambientales y del inicio del problema. A continuación, se tiene que realizar una exploración física de los animales usando técnicas diagnósticas como 'clinical scoring' o ecografía torácica, así como muestras para proceder al diagnóstico microbiológico (Peek *et al.*, 2018; Maillard *et al.*

2006). La toma de muestras se puede efectuar en la propia explotación y se enviaran para histopatología, para serología o para cultivo. En el caso que hagamos cultivo, es necesario escoger cuidadosamente la toma de muestras, ya que muchos patógenos se encuentran de manera ubicua en el animal (Maillard, 2007). Es recomendable solicitar al laboratorio un antibiograma, para comprobar si el tratamiento terapéutico aplicado es efectivo, y en caso de que no lo sea poder aplicar un antibiótico al que las bacterias sean sensibles. Las muestras pueden ser de heces, sangre, hisopos nasales y lavado traqueoalveolar, y se deben de tomar de animales que presenten la enfermedad en fase aguda y que no hayan sido tratados ya que sino los resultados obtenidos pueden ser erróneos en el cultivo y antibiograma (Maillard, 2007). Cabe resaltar la importancia de tener un buen plan diagnóstico que permita detectar todos los animales afectados ya que se detectan en matadero muchos animales con lesiones que no presentaban ninguna clínica en la explotación. Esto puede evidenciar que el plan de control y diagnóstico aplicado en las explotaciones actualmente es insuficiente y está sujeto a mejoras (Gorden and Plummer, 2010; Kiser *et al.*, 2017). Por ello es esencial seleccionar un correcto método diagnóstico del SRB y proponer cambios en las técnicas que permitan tener una elevada sensibilidad y especificidad. Estos cambios permitirían mejorar el control de esta patología y reducir las pérdidas económicas y de bienestar asociadas al ganado vacuno.

4. OBJETIVOS

En primer lugar, el objetivo de este estudio fue efectuar una revisión bibliográfica sobre la enfermedad del Síndrome Respiratorio Bovino, y ver sus efectos en la producción ganadera.

En segundo lugar, se realizó un estudio de los distintos métodos diagnósticos, centrándonos sobretudo en las técnicas de 'clinical scoring', radiografía torácica y ecografía pulmonar.

Por último, se desarrolló una comparativa, para poder obtener un plan diagnóstico que nos permita detectar la prevalencia de la enfermedad

5. MATERIAL Y MÉTODOS

Para llevar a cabo este estudio se utilizaron bases de datos como Science Direct, Web of Science y Google Académico. Se introdujo en estas bases palabras clave para la búsqueda de artículos relacionados. Debido a la gran cantidad de información existente sobre el Síndrome Respiratorio bovino, es de gran importancia el uso de palabras clave para acotar la búsqueda a los artículos de interés y seleccionar aquellos artículos más recientes.

Dentro de cada apartado del trabajo se estructuró una serie de grupos y subgrupos para facilitar la búsqueda de información. En la Tabla 1 se recogen todos ellos, juntamente con las principales palabras clave utilizadas en cada caso.

Tabla 1. Organización de la búsqueda de información

<i>Categoría</i>	<i>Grupo</i>	<i>Subgrupo</i>	<i>Palabras clave</i>
<i>General</i>	Síndrome respiratorio bovino	-	<i>Bovine Respiratory Disease, Bovine Respiratory Complex</i>
	Patologías respiratorias bovino	-	<i>Respiratory diseases cattle</i>
	Anatomía bovina	-	<i>Bovine anatomy</i>
<i>Específica</i>	Etiología	-	<i>Etiology Bovine Respiratory Disease</i>
	Signos clínicos	-	<i>Clinical signs Bovine Respiratory Disease</i>
	Lesiones	-	<i>Histopathological findings in bovine respiratory disease, pathological affection of lungs in BRD.</i>
	Diagnóstico	Microbiológico	<i>Bovine Respiratory Disease diagnosis.</i>
		Clinical scoring	<i>Bovine Respiratory Disease Clinical scoring</i>
		Radiografía	<i>Bovine Respiratory Disease radiography</i>
		Ecografía	<i>Bovine Respiratory Disease ultrasound</i>
	Tratamiento	-	<i>Bovine Respiratory Disease treatment</i>
	Prevención	-	<i>Bovine Respiratory Disease prevention</i>

Además de las bases de datos utilizadas se efectuó una búsqueda en los siguientes libros (Tabla 2):

Tabla 2. Título de los libros consultados, sus autores y años de publicación

Libro	Autor y Año
Bovine Anatomy	Klaus-Dieter Budras, Robert E. Habel, 2011
Anatomia aplicada del bovino	Hanan Gloobe ,1990
Veterinary Diagnostic Radiology	Donald E. Thrall, 2018
Atlas of small animal ultrasonography	Dominique Pennick, Marc-André d'Anjou, 2015

6. ANATOMÍA DEL SISTEMA RESPIRATORIO

El sistema respiratorio consta de cavidades nasales, senos paranasales, nasofaringe, laringe, tráquea, bronquios, bronquiolos, y alvéolos pulmonares (Veit and Farrell, 1978; Budras and Habel 2011). Sus funciones principales son: producir el intercambio gaseoso, obteniendo oxígeno del ambiente y entrándolo al organismo y expulsando el dióxido de carbono producido; participar en el equilibrio ácido-base al eliminar este dióxido de carbono, en situaciones de hipercapnia o hipoxia se modifica la frecuencia respiratoria para mantener este equilibrio; intervenir en el metabolismo del organismo, pudiendo aumentar, disminuir o alterar hormonas como prostaglandina o serotonina, metabolizando sustratos que aportan energía y nutrientes a las células pulmonares y participando en la eliminación de émbolos pulmonares; por último interviene en los mecanismos de defensa teniendo la capacidad de retener partículas del ambiente (Sánchez and Concha, 2018).

La cavidad nasal empieza en el vestíbulo (abertura externa) (Fig. 1, Anexo I) y se extiende hasta las coanas que comunican con la faringe. Los límites de la cavidad nasal, tanto laterales como ventrales, vienen delimitados por partes de la maxila. En la parte craneal y medial de la cavidad nasal un septo separa esta cavidad en dos mitades, este se compone del vómer, la lámina perpendicular del etmoides y el cartílago septal (Hanan, 1990). De la pared lateral se proyectan hacia la cavidad nasal 3 estructuras llamadas cornetes ventral, dorsal y etmoidal, configuran 3 estructuras denominadas meato dorsal, meato medio y meato ventral (Fig. 1, Anexo I). En la zona más caudal de la cavidad nasal, no existe presencia de la separación como en las zonas craneales y medias, y se conforma una sola cavidad que recibe el nombre de ducto nasofaríngeo (Hanan, 1990). La cavidad nasal está conectada con los senos paranasales que tienen la función de reducir el peso del cráneo y de aislamiento térmico para el encéfalo. Encontramos 5 senos: frontal, maxilar, palatino, esfenoidal y lagrimal (Fig. 3, Anexo I) (Hanan, 1990).

La zona de la nasofaringe se extiende desde las coanas hasta el ostium intrafaríngeo. Se separa de la orofaringe por el velo del paladar blando y justo donde éste termina se encuentra la cavidad laringofaríngea. En esta zona encontramos la epiglotis que tiene la función de dejar pasar el aire a la laringe y de evitar que el bolo alimenticio pase al sistema respiratorio (Budras and Habel 2011). En bovinos la laringe es bastante pequeña y conecta con el orificio endotraqueal, que transporta el aire hasta los bronquios, bronquiolos y alveolos pulmonares (Veit and Farrell, 1978). La tráquea empieza en la laringe y se extiende hasta la entrada del tórax, donde se encuentran los bronquios y bronquiolos. Está compuesta por anillos cartilaginosos abiertos en la zona dorsal, aquí se sitúa el músculo dorsal, que además queda protegido por las vértebras.

El aire transcurre a lo largo de la tráquea, bronquios y bronquiolos, hasta los alveolos pulmonares dónde se producirá el intercambio gaseoso. La principal diferencia entre bronquios y bronquiolos, es la falta de cartílago de los bronquiolos. (Veit and Farrell, 1978). Los pulmones están dentro de la cavidad torácica y contienen los bronquios bronquiolos y alveolos pulmonares. La cavidad torácica se encuentra delimitada lateralmente por las costillas y músculos intercostales, caudalmente por el diafragma, ventralmente por el esternón y dorsalmente por la vertebras torácicas. El mediastino separa la cavidad torácica en dos, cada mitad recibe el nombre de hemitórax (Hanan, 1990). El pulmón derecho es más grande que el izquierdo, puesto que el corazón lateraliza hacia la izquierda, dejando menos espacio en el hemitórax izquierdo. En ambos pulmones encontramos el lóbulo craneal, separado a su vez en la porción craneal y caudal, el lóbulo medio y el lóbulo caudal. En el pulmón derecho, además existe el lóbulo accesorio que se encuentra cranealmente al lóbulo caudal (Fig. 2, Anexo I) (Budras and Habel 2011). En los pulmones, podemos distinguir dos tipos de vascularización, la vascularización nutritiva, que se produce a través de la arteria y vena broncoesofágicas, y la vascularización que participa en el intercambio gaseoso. Este segundo tipo de vascularización se produce a través del tronco pulmonar. Las arterias pulmonares llevan sangre sin oxigenar hasta los capilares de los alveolos, en los que se produce el intercambio gaseoso dónde se capta el O_2 ambiental y se expulsa el CO_2 producido. A continuación, la sangre enriquecida en oxígeno es llevada por las venas pulmonares hasta el atrio izquierdo, de aquí pasará al ventrículo izquierdo a través de la válvula mitral, y se expulsará la sangre oxigenada hacia el organismo a través de la arteria aorta (Fig. 4, Anexo I) (König and Liebich, 2008). La innervación pulmonar proviene principalmente del nervio vago y de fibras simpáticas de ganglios torácicos, éstas forman el plexo pulmonar, cuyas ramificaciones acompañan a las arterias bronquiales (König and Liebich, 2008; Hanan, 1990).

7. SÍNDROME RESPIRATORIO BOVINO

7.1 Etiología

El SRB es una enfermedad que para su desarrollo además de los factores ambientales requiere de la presencia de agentes infecciosos. Los agentes infecciosos pueden ser tanto virus como bacterias. Los virus ocasionan una infección primaria, que puede cursar con síntomas moderados de la enfermedad, causando además una inmunosupresión que permite la colonización las bacterias pudiendo generar una infección secundaria (Grissett *et al.*, 2015).

Los virus asociados con esta patología son los siguientes:

- Herpesvirus bovino tipo-1 (HVBo-1), virus ADN de la familia Herpesviridae (Autio *et al.*, 2007; Ruiz, 2008).
- Virus de la parainfluenza – 3 (PI-3), virus de ARN y de la familia Paramyxoviridae (Autio *et al.*, 2007; HIPRA | Parainfluenza-3 bovina. Enfermedades animales).
- Virus de la diarrea viral bovina (VDVB), pestivirus de la familia Flaviviridae, su ácido nucleico es ARN (Autio *et al.*, 2007; Diarrea Viral Bovina (DVB) | Zoetis AR).
- Virus respiratorio sincitial bovino (BRSV), mixovirus RNA, perteneciente también a la familia Paramyxoviridae (Autio *et al.*, 2007; Aguirre, 2017).
- Coronavirus bovino (BCoV), virus ARN, de la familia Coronaviridae (Barrera, 2006).
- Adenovirus bovino (BAV), virus ADN de la familia Adenoviridae (Autio *et al.*, 2007; Krysztal, 2016).

Las bacterias asociadas con el SRB son:

- *Mannheimia haemolytica*, familia Pasteurellaceae (Grissett *et al.*, 2015)
- *Pasteurella multocida*, familia Pasteurellaceae (Grissett *et al.*, 2015)
- *Histophilus somni*, familia Pasteurellaceae (Grissett *et al.*, 2015)
- *Mycoplasma bovis*, familia Mycoplasmataceae (Grissett *et al.*, 2015)
- *Mycoplasma dispar*, familia Mycoplasmataceae (Arcangioli *et al.*, 2008)
- *Trueperella pyogenes*, familia Actinomycetaceae (Arcangioli *et al.*, 2008)
- *Escherichia coli*, familia Enterobacteriaceae (Lillie, 1974)
- *Clostridium perfringens*, familia Clostridiaceae (Lillie, 1974)

Los factores ambientales y de manejo más destacados en el desarrollo de la enfermedad son la ventilación, la temperatura, la humedad, el estrés, el encalostramiento y las pautas vacunales (Gorden and Plummer, 2010).

7.2 Patogenia

Muchos de los patógenos comentados son ubicuos en los animales es decir, se encuentran de forma habitual en la zona nasofaríngea de los animales, entre ellos podemos encontrar *M. haemolytica*, *P. multocida*, *H. somni*, *M. bovis*, *M. dispar*, *T. pyogenes*, *E. coli*, *C. perfringens* y el BRSV. Debido a un momento de estrés como podría ser el destete, el transporte o una alta densidad de animales, se produce una inmunosupresión que permite a patógenos oportunistas colonizar el tracto respiratorio de los bovinos (Constable *et al.*, 2017). En situaciones de estrés prolongado encontramos, debido a su secreción, altos niveles de glucocorticoides y catecolaminas que disminuyen y debilitan la respuesta del sistema inmunitario (Gómez *et al.*, 2006). Los virus producen una neumonía principal que causa una inmunosupresión y destrucción de células ciliadas y neumocitos de la mucosa de los bronquios, facilitando la colonización bacteriana y agravando así el cuadro respiratorio debido a toxinas bacterianas, daño celular o inflamación. La transmisión de los agentes causales se produce principalmente a través del contacto directo mediante las secreciones respiratorias y oculares o por vía aerógena (Callan and Garry, 2002).

En el SRB no hay un único agente causal, virus y bacterias tienen un efecto sinérgico que afectan al desarrollo de la enfermedad pudiendo ocasionar una morbilidad de entre un 80-90% y una mortalidad en un 2-25% (Carvajal and Jimeno, 1994). Esta variabilidad viene dada también por la edad de los animales afectados, el estatus inmunitario y los factores ambientales (Constable *et al.*, 2017).

7.3 Síntomas

La sintomatología que presentan los animales con SRB es principalmente respiratoria y a pesar de que tenemos diversos agentes causales los síntomas son similares en todos los casos (Carvajal and Jimeno, 1994). Los bovinos pueden presentar una clínica más específica del sistema respiratorio como descargas oculares, descargas nasales, tos, taquipnea, disnea, extensión del cuello, congestión de la mucosa nasal y sequedad de ésta, además de una clínica más inespecífica como depresión, apatía, anorexia y pirexia (Cockcroft, 2015). En el examen físico se procede a detectar animales con menor condición corporal y cierto grado de deshidratación así como con reflejo traqueal positivo, es decir animales que al presionar la tráquea desencadenan una tos paroxística (Cockcroft, 2015).

7.4 Lesiones

Las lesiones encontradas en esta enfermedad varían según los agentes causales en cada caso. Los hallazgos post mortem que veremos a continuación pueden presentarse solos o en conjunto. Se detectarán lesiones como rinitis, traqueítis, bronquitis y bronquiolitis. Podemos observar también una bronconeumonía purulenta (Fig. 5, Anexo I) dónde las lesiones se hallarán en los lóbulos craneales principalmente. Si esta bronconeumonía se cronifica tendremos bronquiectasia y bronquiolitis. En los hallazgos post mortem puede aparecer también una neumonía fibrinosa (Fig. 6, Anexo I), neumonía intersticial, edema y enfisema de los septos interlobulares, hepatización del pulmón, y procesos purulentos caseosos (Carvajal and Jimeno, 1994; Sánchez Martínez, 2013).

7.5 Diagnóstico

Es importante el diagnóstico precoz del Síndrome Respiratorio Bovino, a fin de instaurar en la explotación un tratamiento terapéutico con rapidez. De esta manera las pérdidas producidas por esta patología a nivel productivo, podrán ser controladas con mayor eficacia (Aly *et al.*, 2014). Existen métodos de diagnóstico clínico, microbiológico y métodos de diagnóstico por imagen como la radiografía torácica y ecografía pulmonar. Para la mayoría de métodos diagnósticos se requiere la participación del personal especializado en medicina veterinaria, material de moderado-elevado coste, y una posterior interpretación de los resultados.

7.5.1 Diagnóstico microbiológico

Para diagnosticar los patógenos causantes del SRB antemortem se conocen diversas técnicas clínicas como son el 'clinical scoring', la ecografía torácica o la radiografía pulmonar. En el diagnóstico laboratorial el método más frecuentemente usado, al ser el menos invasivo, son los hisopos nasales y nasofaríngeos. Sin embargo, hay que tener cuidado al interpretar los resultados, ya que muchas de las bacterias que nos pueden causar una patología en las vías respiratorias bajas, son bacterias ubicuas de las vías respiratorias altas, y además el hisopo nasal puede dar un resultado que no concuerde con el microorganismo causante de la enfermedad (Constable *et al.*, 2017). Otra técnica de diagnóstico antemortem es el lavado transtraqueal o el lavado broncoalveolar. Para llevar a cabo esta técnica, se requiere más preparación tanto del personal que va a realizarla como del animal, ya que éste deberá ser sujetado adecuadamente, y se deberá aplicar un anestésico local. La ventaja del lavado broncoalveolar o transtraqueal es que da una mayor probabilidad de detectar el microorganismo causante de la enfermedad en la explotación (Constable *et al.*, 2017). Otro método, es llevar a cabo una extracción sanguínea, para obtener muestras de suero y así ver si el animal presenta anticuerpos contra algún virus causante de la enfermedad. Mientras tanto, es

recomendable empezar a aplicar un tratamiento terapéutico en la explotación (Constable *et al.*, 2017). Para el diagnóstico post mortem se tomarán muestras de tejidos de animales en una fase temprana de la enfermedad, que no hayan recibido ninguna clase de tratamiento terapéutico y que sean una muestra representativa de los animales que presentan sintomatología en la explotación (Constable *et al.*, 2017). Las muestras para histopatología se conservaran en formol y se enviarán al laboratorio de referencia. En el caso de que sean muestras para bacteriología o virología y se deban realizar pruebas laboratoriales como cultivo o PCR se conservaran siguiendo las indicaciones de laboratorio, en tubos estériles, tubos con cultivos específicos, refrigeradas o a temperatura ambiente (Guerrero and Sánchez, 2017).

7.5.2 Diagnóstico SRB: 'Clinical scoring'

Mediante el método de 'clinical scoring', se obtiene información del estado de los animales con relativa facilidad y rapidez, además es una técnica que pueden realizar todos los operarios de la granja (Love *et al.*, 2014). En este método, se utiliza una plantilla de puntuación (Tabla 3) y se asignan valores de 0-3 de distintos parámetros del animal, donde 0 se considera normal, 1 una variación ligera de la normalidad, 2 afectado, y 3 gravemente afectado (McGuirk, 2008). Al final de la exploración a cada animal se le asignará una puntuación perteneciente a la suma de puntuaciones de todos los apartados, que permitirá determinar el riesgo de sufrir la enfermedad o la probabilidad de que la esté padeciendo así como la necesidad de aplicar un tratamiento (McGuirk, 2008). Si esta puntuación está por debajo de 3, se considera que el animal está libre del SRB, si dicha puntuación es de 4, es recomendable realizar un seguimiento de los animales, ya que son susceptibles a desarrollar la enfermedad. Si ésta es igual o superior a 5 se considera que los animales tienen SRB, y se recomienda realizar pruebas laboratoriales para confirmar la patología y ajustar el tratamiento antibiótico (Buczinski *et al.*, 2014). Los parámetros incluidos en la plantilla de puntuación, y que se tendrán que tener en cuenta para valorar el estado general del animal son tos, descarga nasal (Fig. 7 y Fig. 8, Anexo I), descarga ocular (Fig. 9 y Fig. 10, Anexo I), posición de las orejas y la cabeza (Fig. 11 y Fig. 12, Anexo I), y la temperatura rectal (Love *et al.*, 2014). Para detectar el 85% de los animales con una presentación clínica de la enfermedad se debe realizar el 'clinical scoring' 2 veces a la semana durante 3 meses (McGuirk, 2008).

Tabla 3. Tabla de puntuación del método de diagnóstico ‘clinical scoring’ adaptado de Patel *et al.*, 2017.

	PUNTUACIÓN			
	0	1	2	3
<i>TOS</i>	Absente	Única, inducida	Múltiple, inducida	Múltiple, espontánea
<i>DESCARGA NASAL</i>	Absente	Poca cantidad, descarga mucosa unilateral	Bilateral, secreción nasal mucosa en abundancia	Bilateral, secreción nasal mucopurulenta
<i>DESCARGA OCULAR</i>	Absente	Pequeña cantidad de descarga ocular	Pequeña cantidad de descarga ocular bilateral	Gran cantidad de descarga ocular
<i>POSICIÓN DE LAS OREJAS Y CABEZA</i>	Normal	Sacudida de cabeza, o movimiento de las orejas	Ligera caída unilateral	Caída bilateral de las orejas, y posición de la cabeza baja
<i>TEMPERATURA RECTAL</i>	$\leq 38.3\text{ }^{\circ}\text{C}$	$38.3 - 38,8\text{ }^{\circ}\text{C}$	$38.9 - 39.4\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\geq 39.4\text{ }^{\circ}\text{C}$

7.5.3 Diagnóstico por imagen: Radiografía

Un equipo de rayos X está compuesto por el tubo generador de rayos X, el colimador, la mesa y el chasis. El tubo generador de rayos X contiene un cátodo, con carga negativa y un ánodo con carga positiva. El cátodo consta de un filamento por el cual pasa la corriente eléctrica, ésta calentará la superficie del filamento, que generará una nube de electrones a su alrededor. Esta nube de electrones se moverá hacia el ánodo al aplicar un voltaje diferencial (Thrall, 2018). Para generar los rayos X existen dos métodos. El primer método es mediante la colisión. La nube de electrones es acelerada a alta velocidad, gracias a un voltaje diferencial entre el ánodo y el cátodo, y colisionarán con el ánodo generando los rayos X. El segundo método es mediante frenado, en este caso la nube de electrones, no chocará con el ánodo, sino que al acercarse a éste, por la variación de cargas (positivas y negativas), los electrones desacelerarán y se desviarán. Al producirse esta desaceleración se generará radiación electromagnética en forma de rayos X (Thrall, 2018). El colimador permite ajustar el haz de rayos X a la zona del animal a estudiar. Es posible ajustar tanto el ancho como el largo de la ventana para centrarnos únicamente en una zona, poder ajustar los parámetros a dicha zona y obtener una mejor calidad de imagen (Thrall, 2018).

Los parámetros que permite controlar en un aparato de rayos X son el kilovoltaje (Kv), el miliamperaje (mA), y el tiempo de exposición (mAs). El Kv es la diferencia potencial aplicada entre el ánodo y el cátodo, para provocar la aceleración de electrones en dirección al ánodo. Al aumentar el Kv aumentamos el poder de penetración de los rayos X, al ser producidos con mayor energía. El mA viene definido por la cantidad de electrones que forman la nube de electrones, y esto a su vez está correlacionado con la cantidad de energía eléctrica que pasa por el filamento. El mA condiciona el tiempo de exposición ya que su unidad es miliamperios por segundo. Los mAs son la cantidad de rayos X que son emitidos por el tubo generador por exposición (Thrall, 2018).

En una imagen obtenida gracias a los rayos X se distinguiran 5 radiodensidades: aire, grasa, agua (tejidos blandos), hueso y metal. Como se aprecia en la imagen siguiente (Figura 13, Anexo I), el aire es el elemento más radiolúcido y por ello presenta una coloración negra. A continuación, y ordenadas según su radiopacidad se encuentran la grasa, el agua, y el hueso, con distintas tonalidades de gris. Por último, está el metal que es el elemento más radiopaco, presentando una coloración blanca (Pico, 2016).

Al realizar una radiografía a un paciente, el personal que se encuentre en la misma habitación, o en su defecto cerca del sujeto a estudiar, se expone también a la radiación generada por el aparato de rayos X. Si esta exposición se produce de manera continuada en el tiempo puede ser perjudicial para la salud, aunque la cantidad de rayos X para realizar la prueba de imagen es muy baja (Preciado Ramírez, 2010). Para proteger al personal de dichos efectos negativos, se tienen en cuenta tres principios: reducir el tiempo de exposición, maximizar la distancia de la fuente de radiación y utilizar un blindaje entre la persona y el haz de rayos X. Este blindaje consiste en utilizar protecciones a base de plomo en forma de batas, guantes, collarines, gafas y pantallas o habitaciones plomadas. En el caso de las habitaciones, el hormigón sería otro material que impedirá que los rayos X atraviesen la estancia (Bushong, 2018). La preparación del animal para poder realizar esta técnica de imagen es mínima. Únicamente se deberá colocar al animal en posición, colimar la zona a explorar y realizar la radiografía.

Para determinar cómo está tomada una imagen es necesario tener en cuenta cómo atraviesa la radiación al animal. En el tórax se pueden hacer 4 proyecciones (Thrall, 2018):

- Laterolateral derecha, el haz de rayos se encuentra a la izquierda del animal y el chasis a la derecha, por lo que la radiación atraviesa al animal de izquierda a derecha.
- Laterolateral izquierda, el haz de rayos se encuentra a la derecha del animal, y el chasis a la izquierda, la radiación atraviesa al animal de derecha a izquierda.
- Dorso-ventral, el haz de rayos se encuentra dorsal al animal, y el chasis en la zona ventral, el haz de rayos atraviesa al animal de dorsal a ventral.

- Ventro-dorsal, el haz de rayos se encuentra ventral al animal, y el chasis en la zona dorsal, el haz de rayos atraviesa al animal de ventral a dorsal. Esta proyección nos facilita la misma información que la dorso-ventral.

En el caso de animales de granja las proyecciones habitualmente utilizadas son las dos laterolaterales, tanto izquierda como derecha, ya que son las más fáciles para posicionar al animal (Masseau *et al.*, 2008). Para obtener una adecuada imagen de la cavidad torácica, se ajustan los parámetros y utilizar un elevado Kv, y un bajo mAs. De esta manera se aumentará el poder de penetración de los rayos X, y se obtendrá un bajo tiempo de exposición, por lo que el movimiento cardíaco y de la respiración no nos generará un artefacto en la imagen (Thrall, 2018). Se pueden utilizar entre 70-80 Kv, 20 mA, 0.4-7 mAs para una distancia de 100 cm entre el foco y el chasis (Cruz Arámbulo *et al.*, 1998; Tegtmeier and Arnbjerg, 2000).

Además de conocer la anatomía del animal a explorar, y de colocar los parámetros en función de la región anatómica a examinar, se deben conocer los patrones pulmonares para identificar las distintas patologías que pueden afectar al pulmón. Tenemos 4 patrones pulmonares principales: bronquial, alveolar, intersticial y vascular (Fig. 14, Anexo I). Existen además patrones pulmonares mixtos, dónde se apreciarán los signos radiográficos de dos de ellos. (Liste, 2010). En el patrón bronquial, las paredes de los bronquios se encuentran engrosadas, por lo que serán más visibles y radiográficamente encontraremos 'donuts' (en el corte transversal del bronquio) y 'vías de tren' (en el corte longitudinal del bronquio). Este patrón se puede presentar en casos de bronquitis crónicas, neoplasias, enfermedades parasitarias etc. (Liste, 2010). El patrón alveolar, puede deberse a la consolidación del alveolo cuando éste se encuentre lleno de sangre, pus, edema o la atelectasia alveolar, o cuando se encuentre colapsado. Se observa en este caso un aumento de la radiopacidad que impedirá la visualización de los vasos. También se pueden ver broncogramas, al hacerse evidente el recorrido normal del bronquio por el aumento de la radiopacidad pulmonar. El patrón alveolar puede ser causado por enfermedades como neumonías, edema pulmonar, contusión pulmonar, hemorragias, neoplasias, neumotórax, torsión del lóbulo pulmonar entre otros (Liste, 2010). El patrón intersticial se caracteriza por aumentar la radiopacidad pulmonar a causa de depósito de fluidos o infiltrados en los espacios intersticiales, pero a diferencia del patrón alveolar, este no impedirá la visualización de los vasos. Se conocen dos tipos de patrones intersticiales, el estructurado y el no estructurado. En el primer caso, se observaran nódulos si la lesión es inferior a 3 cm, o masas si la lesión es superior a 3 cm. En el segundo caso del patrón no estructurado, se puede ver un aumento de la radiopacidad en el área de la lesión debido al acúmulo de líquido o fibrosis del tejido conectivo. El patrón intersticial es generado por neumonías, edema intersticial, hemorragia o contusión pulmonar, neoplasias, enfermedades parasitarias etc. (Liste, 2010). Por último, está el patrón vascular en el que se verá una alteración del tamaño de las arterias y/o venas pulmonares. El patrón vascular puede ser aumentado cuándo

éstas tienen un tamaño mayor, o disminuido si es inferior, puede ser producido por enfermedades cardíacas o enfermedades parasitarias (Liste, 2010).

En el caso del SRB principalmente se aprecia un patrón pulmonar mixto, dónde las zonas craneales del pulmón tendrán un patrón bronquial (Fig. 15 y 16, Anexo I) , y zonas caudales un patrón alveolar (Abril Ámez *et al.*, 2014). Zonas con consolidación pulmonar nos darán áreas con un patrón alveolar, aumentando así la radiopacidad pulmonar. En las zonas dónde exista atelectasia pulmonar, se podrá distinguir un patrón bronquial (Perez Villalobos, 2016). La técnica de radiografía torácica y la detección de los patrones pulmonares anteriormente expuestos, representan una ayuda en la detección del SRB, gracias a su elevada sensibilidad (94%) (Ollivett and Buczinski, 2016) para detectar lesiones pulmonares, así como algunas compatibles con neumonía, de forma antemortem. A pesar de su elevada sensibilidad, la especificidad de la técnica es solo del 50% (Ollivett and Buczinski, 2016). Debido a la complejidad de la radiografía torácica no es una técnica de uso habitual en las explotaciones ganaderas, no obstante puede resultar útil para determinar el alcance de la ecografía torácica (Ollivett and Buczinski, 2016; Perez Villalobos, 2016).

7.5.4 Diagnóstico por imagen: Ecografía

La ecografía es un método dinámico y funciona gracias a los ultrasonidos. El sonido se transmite mediante ondas que pueden tener diferentes amplitudes, longitudes de onda y frecuencias distintas. Los ultrasonidos tienen longitudes de onda cortas y consecuentemente, una mayor frecuencia, es decir tienen más ciclos de onda por segundo. El oído humano puede percibir hasta una frecuencia de 20 kHz, y las frecuencias utilizadas de ultrasonidos varían desde 3 MHz hasta 12 MHz (D. Pennick, 2015).

El ecógrafo se compone principalmente de 3 partes: la sonda, la unidad de procesamiento y el monitor. La sonda cuenta con cristales con efectos piezoeléctricos que al recibir energía eléctrica, vibran y emiten pulsaciones de ultrasonidos. Las ondas producidas viajan a través de los tejidos, algunas de estas ondas se reflejarán y volverán a la sonda causando de nuevo la vibración de los cristales piezoeléctricos. Dependiendo del tiempo que tardan en volver la onda, la unidad de procesamiento generará una imagen u otra que será mostrada en el monitor (D. Pennick, 2015; Borrego and González, 2014).

Existen cuatro tipos de formato de imagen: modo A, modo B, modo M y modo doppler. El modo B (brillo), es el más utilizado y permite obtener imágenes bidimensionales, gracias a los haces de ultrasonidos emitidos por la sonda. En la imagen producida se observará que cada tejido tiene sus características acústicas (Borrego and González, 2014). El modo doppler, a su vez presenta cuatro variantes que se basan en la

interacción del sonido con las partículas en movimiento, pudiendo cambiar la frecuencia de los ultrasonidos enviados por la sonda (D. Pennick, 2015). Los modos doppler son el doppler color, el power color doppler, el doppler pulsado y el doppler continuo (D. Pennick, 2015).

En ecografía las características acústicas de los tejidos vienen determinadas por la capacidad que tienen para reflejar los ultrasonidos, éstas reciben el nombre de impedancia acústica. La especificidad de la impedancia acústica que tiene cada tejido, permitirá distinguirlos con facilidad en la imagen creada en el monitor. Cuanto mayor sea la impedancia del tejido, mayor refracción y reflexión se producirá de las ondas (D. Pennick, 2015; Borrego and González, 2014). Gracias a la impedancia de cada tejido, no solo se distinguirán en la imagen, sino que se podrá valorar las distintas ecotexturas de cada órgano, pudiendo observar lesiones o alteraciones estructurales en ellos (Figura 17, Anexo I) (Borrego and González, 2014). Para disminuir los artefactos de imagen en ecografía, se posicionará la sonda lo más perpendicular posible a la región o órgano a explorar (D. Pennick, 2015). Los artefactos son imágenes que se visualizan en el monitor que no son reales, y se clasifican en sombra acústica, sombra lateral, reverberación, refuerzo posterior e imagen en espejo (Díez Bru, 1992).

Para obtener una buena imagen de la región a explorar, además de conocer la técnica y utilizar el modo ecográfico adecuado, se necesita una preparación de la zona. Para ello es necesario rasurar bien el área a examinar, y aplicar gel acústico o alcohol para disminuir la cantidad de aire entre la sonda y la piel, ya que el aire dificultaría la transmisión de los ultrasonidos, y empeoraría la calidad de imagen (Abutarbush *et al.*, 2012).

La ecografía torácica en bovino además de ser de fácil realización y de obtener los resultados de forma inmediata, ayuda al diagnóstico de los casos subclínicos del SRB. Existe una correlación entre las lesiones pulmonares y el diagnóstico del SRB (Griffin, 2014). En matadero se detectan muchos animales con lesiones pulmonares que no presentaban ninguna sintomatología previa (Kiser *et al.*, 2017). El hecho de que existan estos animales con una presentación subclínica de la enfermedad hace que las pérdidas tanto productivas como económicas sean muy elevadas para la explotación (Kiser *et al.*, 2017). Por ello la ecografía torácica es una técnica diagnóstica recomendable (Kiser *et al.*, 2017). Para realizar esta técnica se exploran ordenadamente de dorsal a ventral del décimo al tercer espacio intercostal aunque pueden utilizarse distintos tipos de sonda. La más recomendada por su amplio uso en veterinaria es la sonda lineal rectal, además este tipo de sonda facilita el acceso en los espacios intercostales más craneales que se encuentran en la región axilar (Ollivett and Buczinski, 2016). En función de la frecuencia de la sonda se podrán explorar unas zonas u otras. Sondeas de baja frecuencia dan mayor profundidad, se recomienda su uso cuando queramos explorar un área extensa con consolidación pulmonar. Las sondas de alta frecuencia, por el contrario, dan una

mayor definición de la superficie y se recomienda su uso cuando sea de especial interés el estudio de la línea pleural (Conangla, 2020).

En la imagen ecográfica torácica, se obtiene una imagen anatómica formada por la piel, tejido celular, tejido graso, tejido subcutáneo y músculo, y una imagen en espejo al entrar en la cavidad torácica donde habrá aire. La pleura es la primera zona con aire que encontrarán los ultrasonidos, estos saldrán reflejados en su práctica totalidad, creando una línea horizontal hiperecogénica llamada línea pleural. Esta línea pleural sí corresponde con la zona donde se encuentra la pleura, pero no se corresponde anatómicamente con ésta. De la línea pleural hacia abajo se aprecia un artefacto de reverberación (Fig. 18, Anexo I) (Conangla, 2020). Si observamos dos líneas pleurales en la imagen ecográfica, puede ser debido a la acumulación de líquido entre la pleura visceral y la pleura parietal a causa de una efusión pleural (Conangla, 2020). Al disminuir la cantidad de aire del pulmón, los ultrasonidos pueden penetrar, se reduce el reflejo de estos y se obtiene una imagen similar a la de un órgano sin contenido de aire, como por ejemplo el hígado, además zonas de consolidación pulmonar o afectaciones en la pleura nos podrán producir colas de cometa (Fig. 19, Anexo I) (Conangla, 2020). Para caracterizar las lesiones pulmonares en un animal con SRB, se debe tener en cuenta la distribución a lo largo de los espacios intercostales, la profundidad de las lesiones (superior o inferior a 1 cm en caso de consolidación), la textura de la lesión, la presencia o no de fluido y la presencia o no de lesiones como abscesos, neumotórax o efusión pleural (Abutarbush *et al.*, 2012; Ollivett and Buczinski, 2016).

En el SRB, se detectan las lesiones debido a la pérdida del artefacto de reverberación, ya que una lesión en el pulmón disminuirá la cantidad de aire del pulmón (Jung and Bostedt, 2004). Un patrón de consolidación pulmonar dará una imagen de pulmón hepatizado, sobretodo en los lóbulos pulmonares craneales, además de zonas hiperecogénicas con calcificaciones debido a la inflamación crónica (Fig. 20, anexo I). También se pueden encontrar lesiones compatibles con abscesos, que se presentarían como zonas anecogénicas e hiperecogénicas (Fig. 21, Anexo I) (Perez Villalobos, 2016). Las lesiones en la pleura pueden producir los artefactos cola de cometa (Fig. 22, Anexo I) (Jung and Bostedt, 2004). La sensibilidad de la ecografía torácica es de un 79.4% y la especificidad de un 93.9% (Ollivett and Buczinski, 2016), a pesar de tener una sensibilidad más baja que la radiografía, se ha demostrado que la ecografía torácica presenta una correlación con las lesiones pulmonares halladas postmortem (Buczinski, Forté and Bélanger, 2013). Como se demostró en el estudio de Abutarbush *et al.*, 2012, esta técnica permite realizar un seguimiento de la efectividad del tratamiento de los animales explorados, el 49% de animales diagnosticados en el estudio con lesiones pulmonares mediante ecografía, en el siguiente examen no las presentaban gracias a la aplicación de un tratamiento adecuado. La ecografía torácica además permite atribuir una puntuación a cada animal del 0-5 que posibilita detectar animales con lesiones pulmonares así como determinar que animales que requieren tratamiento, siendo éstos

los que obtengan una puntuación superior a 3 (Ollivett and Buczinski, 2016). Un animal con una puntuación de 0 y 1 se considera un animal normal, y en ésta puntuación se podrá observar una imagen de pulmón normal, con o sin presencia de algunos artefactos de cola de cometa. En una puntuación de 2 se encontrarán pequeñas zonas de consolidación pulmonar, con puntuación 3 se podrá observar la afectación de un lóbulo pulmonar. Si hay afectación de dos lóbulos pulmonares será una puntuación de 4, y si se ven afectados 3 o más lóbulos pulmonares se atribuirá la máxima puntuación (5) (Ollivett and Buczinski, 2016).

7.6 Tratamiento

En el caso de no tener los resultados del antibiograma para saber que antibiótico es más sensible, se aplicará un antibiótico de amplio espectro considerando la ruta de administración. Podemos utilizar un antibiótico que sea efectivo para infecciones del tracto respiratorio causadas por cepas de *Pasteurella multocida*, *Mannheimia haemolytica* y *Mycoplasma spp* y se aplicará siguiendo la posología del prospecto. Este tratamiento terapéutico se puede combinar con antiinflamatorios no esteroideos (AINEs) en casos moderados-graves para reducir la fiebre y rebajar la inflamación disminuyendo así la sintomatología clínica (Cockcroft, 2015). Como AINE, es posible utilizar el meloxicam, flunixin o el carprofeno y se administrarán siguiendo las indicaciones del prospecto. En casos muy graves se puede administrar corticoesteroides para prevenir el colapso respiratorio (Syva, 2011). Una vez llegue el antibiograma, se adaptará el tratamiento antibiótico en función de los resultados, aplicando aquel al que las bacterias sean sensibles. Es importante, que no solo muestren sensibilidad a dicho antibiótico, sino que además no muestren resistencia a ningún antibiótico de la misma familia. Además del tratamiento terapéutico se procurará que las condiciones ambientales de los animales afectados sean óptimas y se procederá a realizar rehidratación oral de los animales con una afectación moderada-grave y una rehidratación intravenosa para animales con una afectación muy grave (Prasse and Sexton, 1972; Cusack *et al.*, 2003).

6.7 Prevención

La principal herramienta de prevención consiste en corregir las pautas de manejo que predisponen a las enfermedades de las vías respiratorias.

En primer lugar, se debe procurar que la inmunidad de la explotación sea óptima, para ello se pondrá especial énfasis en el correcto encalostramiento de las terneras. El calostro deberá ser de buena calidad, estar en buenas condiciones y ser administrado en cantidad suficiente antes de las primeras dos horas después del nacimiento, ya que en este periodo de tiempo el intestino delgado tiene la capacidad de absorber macromoléculas como las inmunoglobulinas presentes en el calostro (Gorden and Plummer, 2010). Es importante aportar una correcta nutrición en todas las edades y

etapas del ciclo productivo para que el desarrollo y mantenimiento del sistema inmunitario sea el correcto (Gorden and Plummer, 2010). Un aporte insuficiente de materia seca y un déficit de micro y macro nutrientes puede desencadenar el debilitamiento del sistema inmunitario, ya que se ha podido observar la correlación entre estos factores en el estudio de Sordillo en 2016. Además, se buscará que los parámetros ambientales de temperatura (-5 °C – 25 °C en función de la edad y sistema productivo) (Arias *et al.*, 2008), humedad relativa (<75%) (Gorden and Plummer, 2010) y ventilación (2.2-3 m²) (Gorden and Plummer, 2010) sean los idóneos para no predisponer a la colonización de microorganismos en el tracto respiratorio, así como evitar un hacinamiento de los animales en la granja (Constable *et al.*, 2017). Por último, como medida preventiva se puede utilizar la vacunación. Existen vacunas para un gran número de patógenos respiratorios que se encuentran en el SRB, que ayudan a crear inmunidad frente estos microorganismos. Lo más frecuente en las explotaciones es administrar una vacuna multivalente por vía parenteral en animales adultos y por vía intranasal en animales jóvenes, para favorecer el desarrollo local de la inmunidad. Algunas de las vacunas que disponibles en España, son vacunas frente al Virus respiratorio sincitial bovino, Adenovirus, Parainfluenza- 3, frente a Herpesvirus bovino tipo 1 (causante de la Rinotraqueitis infecciosa bovina), contra *Pasteurella sp*, entre otras (Carvajal and Jimeno, 1994; Trigo, 1987; Constable *et al.*, 2017).

8. DISCUSIÓN

El SRB es una enfermedad multifactorial en la que intervienen tanto factores ambientales, nutricionales y de manejo como agentes patógenos. Además, se trata de una patología que cursa con elevadas pérdidas económicas debido a la morbilidad y mortalidad que presenta, al coste de su tratamiento y a la pérdida de producción, factores que se agravan debido a la falta de detección de los animales enfermos (Kiser *et al.*, 2017). El elevado número de animales subclínicos hace que se dificulte la aplicación de un tratamiento efectivo a todos los animales enfermos, persistiendo así las pérdidas productivas (Fulton, 2009; Grissett *et al.*, 2015). A pesar de que no se ha estimado con exactitud un porcentaje concreto de las afectaciones subclínicas, se sabe que la prevalencia de estos casos es elevada debido a las lesiones pulmonares halladas postmortem en matadero de animales aparentemente sanos. Como se muestra en el estudio de Kiser *et al.*, 2017, en matadero se encontraron un 64.7% de animales con lesiones pulmonares, de los cuales solo presentaban sintomatología el 49.4%. Por lo tanto, se considera necesario hacer un buen diagnóstico en la propia explotación para aplicar un tratamiento terapéutico y frenar las pérdidas (Kiser *et al.*, 2017).

Para comparar las técnicas de diagnóstico de 'clinical scoring', ecografía pulmonar y radiografía torácica, se tendrá en cuenta el material necesario para su realización, la facilidad de llevar a cabo cada técnica, la velocidad e interpretación de los resultados, y su capacidad para detectar lesiones pulmonares.

El diagnóstico mediante 'clinical scoring' requiere muy poco material, únicamente se necesita una plantilla de puntuación, como la presentada con anterioridad (Tabla 3), en la que se tengan en cuenta los valores de los parámetros estudiados. Para facilitar la puntuación, la plantilla puede incorporar imágenes representativas de cada punto en el caso de la descarga ocular, la descarga nasal y la posición de la cabeza y orejas (Fig. 7-12, Anexo I) (Love *et al.*, 2014). Este método es sencillo de realizar por lo que los ganaderos y personal de la granja, con una pequeña formación pueden detectar animales afectados y avisar al veterinario para que complete el diagnóstico y aplique un tratamiento. Los resultados se obtienen inmediatamente y en función de la puntuación obtenida, se determinará si es un animal sano, susceptible de padecer el SRB, o enfermo (Buczinski *et al.*, 2014). A pesar de la inmediatez de los resultados este método carece de la sensibilidad (61.8%) y especificidad (62.8%) adecuada para detectar lesiones pulmonares, puntos muy importantes para detectar la presentaciones subclínicas de la enfermedad (Buczinski *et al.*, 2014). Por ello, realizar únicamente un diagnóstico sintomatológico no permitiría detectar los casos subclínicos, dejando un elevado número de animales sin diagnosticar.

La radiografía torácica como método diagnóstico necesita de un material de alta complejidad. No solo se necesita un equipo de radiografía portátil, sino que es necesario equipo de protección para las personas que hacen la radiografía, y ambos

requerimientos tienen un elevado coste económico (Thrall, 2018). Para la realización de esta técnica es necesario contar con personal especializado, como profesionales veterinarios o técnicos de imagen. Esta necesidad de personal junto con la complejidad del equipo, hacen que sea una práctica poco utilizada en el día a día. Además los equipos portátiles tienen limitación de parámetros, por ejemplo el de la marca MiniXray 803, tiene la limitación de 20 mA, y 80 Kv, lo que dificulta la exploración del tórax al no poder utilizar los parámetros óptimos (Cruz Arámbulo *et al.*, 1998). Los parámetros óptimos en un aparato de rayos X fijo para bovino serían, 130 Kv, 2 mAs y 160 mA (Masseau *et al.*, 2008; Ayers, 2012). Otro aspecto a considerar es que en terneros se realiza únicamente la exploración latero-lateral, debido a la dificultad de manejo para colocarlos en posición ventrodorsal o dorsoventral, aspecto que dificulta la localización de las lesiones que puedan existir. Por último, lesiones por debajo de 4-5 mm no serán detectables en esta técnica de imagen. Sin embargo, es una buena técnica para detectar lesiones en la cavidad torácica con una sensibilidad del 94% y puede ayudar a validar el método de la ecografía torácica (Masseau *et al.*, 2008; Ollivett and Buczinski, 2016; Perez Villalobos, 2016). La rapidez de obtención de imágenes dependerá de si se cuenta con un equipo de rayos X digital directo o indirecto, o analógico.

La ecografía torácica permite posicionar la lesión en el pulmón, pudiendo llegar a saber en qué lóbulo pulmonar se encuentra. Esta técnica también tiene sus inconvenientes ya que únicamente se detectarán aquellas lesiones cercanas a la pleura visceral, y la exploración de lóbulos pulmonares craneales se dificulta a medida que aumenta el tamaño del animal, resultando complicada la exploración de los 5 primeros espacios intercostales en individuos adultos (Babkine and Blond, 2009). Las lesiones pulmonares en el SRB se localizan mayormente en los lóbulos pulmonares craneales (Perez Villalobos, 2016). En terneros es más fácil explorar los lóbulos pulmonares craneales, facilitando así su diagnóstico y permitiendo mitigar las pérdidas gracias a una detección temprana del SRB. En la ecografía torácica, al igual que en la radiografía se necesita un equipo específico que tiene un elevado coste económico. No obstante, la ecografía es un método frecuentemente utilizado en las explotaciones ganaderas, sobretodo para aspectos reproductivos ya que permite realizar un diagnóstico de gestación o detectar cuerpos lúteos entre otras cosas. Por ello, realizar la ecografía torácica no requeriría de material adicional. Otro punto favorable es que la sonda necesaria para realizar el examen ecográfico puede ser la misma que se utiliza habitualmente en la explotación para ecografías reproductivas. Para ecografías pulmonares se pueden utilizar sondas lineales de 3.5-13 MHz (Ollivett and Buczinski, 2016). Es necesario que esta técnica la lleven a cabo profesionales veterinarios que hayan recibido formación en ecografía torácica. Esta técnica permitirá obtener buenas imágenes pulmonares e interpretar los resultados a la vez que se realiza el examen así como realizar un seguimiento de los animales tratados para ver la efectividad del tratamiento aplicado.

A la hora de implementar estas técnicas en granja, lo más eficiente es combinarlas para conseguir la mayor precisión diagnóstica posible. En primer lugar, se realizaría el 'clinical scoring', ya que es una técnica sencilla y fácilmente ejecutable por todo el personal de la granja. Éste proporcionaría una primera idea del estado sanitario, y en el caso de que se observaran animales con una puntuación que indique patología, se avisaría al veterinario para confirmar el diagnóstico. El veterinario realizará un examen físico a los animales afectados para confirmar las sospechas del ganadero, además de realizar ecografías pulmonares tanto a los animales afectados como a los animales sanos para determinar la prevalencia del SRB en la granja. Si el lote está compuesto por menos de 20 animales, se podrá examinar a todos. Por el contrario, si lo forma un número superior de animales, se podría examinar una muestra representativa del lote de al menos 50 animales (McGuirk, 2008). Una vez confirmado el SRB, se llevarían a cabo pruebas laboratoriales para identificar el microorganismo causante de la patología en nuestra explotación. Además, se solicitará al laboratorio un antibiograma, para poder aplicar un tratamiento terapéutico con mayor eficacia. Sólo se esperará a los resultados laboratoriales en el caso que el porcentaje de mortalidad en la explotación no sea elevado. Si es elevado, para no aumentar las pérdidas, se implemetará un tratamiento con un antibiótico de amplio espectro y antiinflamatorios. Al tratarse de una enfermedad multifactorial pueden influir también factores de manejo, alimentación y ambientales, por este motivo, además del tratamiento médico, se deberán corregir los posibles errores en estos campos. El método de radiografía pulmonar no se utiliza en este plan diagnóstico debido a la complejidad del equipo, y técnica diagnóstica.

Como queda reflejado en la propuesta diagnóstica, el método de imagen más adecuado para detectar lesiones pulmonares en explotaciones de bovino es la ecografía torácica gracias a su elevada especificidad (93.9%) (Ollivett and Buczinski, 2016), a la posibilidad de localizar y situar las lesiones en lóbulos craneales, ventrales de izquierda y derecha, y a que el equipo de ecografía portátil se utiliza frecuentemente en explotaciones y no supondría un coste extra.

9. CONCLUSIONES

El Síndrome Respiratorio Bovino es una enfermedad que causa grandes pérdidas económicas y productivas en las explotaciones bovinas.

Existe un elevado número de casos no diagnosticados en la explotación que impiden aplicar un correcto tratamiento terapéutico.

El clínico scoring es un método de fácil aplicabilidad, pero con una sensibilidad y especificidad baja (61.8% y 62.8% respectivamente).

La radiografía torácica es el método con más sensibilidad (94%), pero es de difícil aplicación en granja por la complejidad del equipo, la protección necesaria para los técnicos para la radiación y la dificultad para realizar distintas proyecciones.

La ecografía torácica es el método con mayor especificidad (93.9%) además sólo requiere material habitualmente utilizado en la granja.

El método de diagnóstico propuesto en este estudio para detectar el mayor número de animales afectados por el SRB es realizar un diagnóstico combinando las técnicas de 'clínico scoring' y ecografía torácica, y posteriormente hacer un diagnóstico laboratorial para determinar los agentes causales.

10. ANEXO I

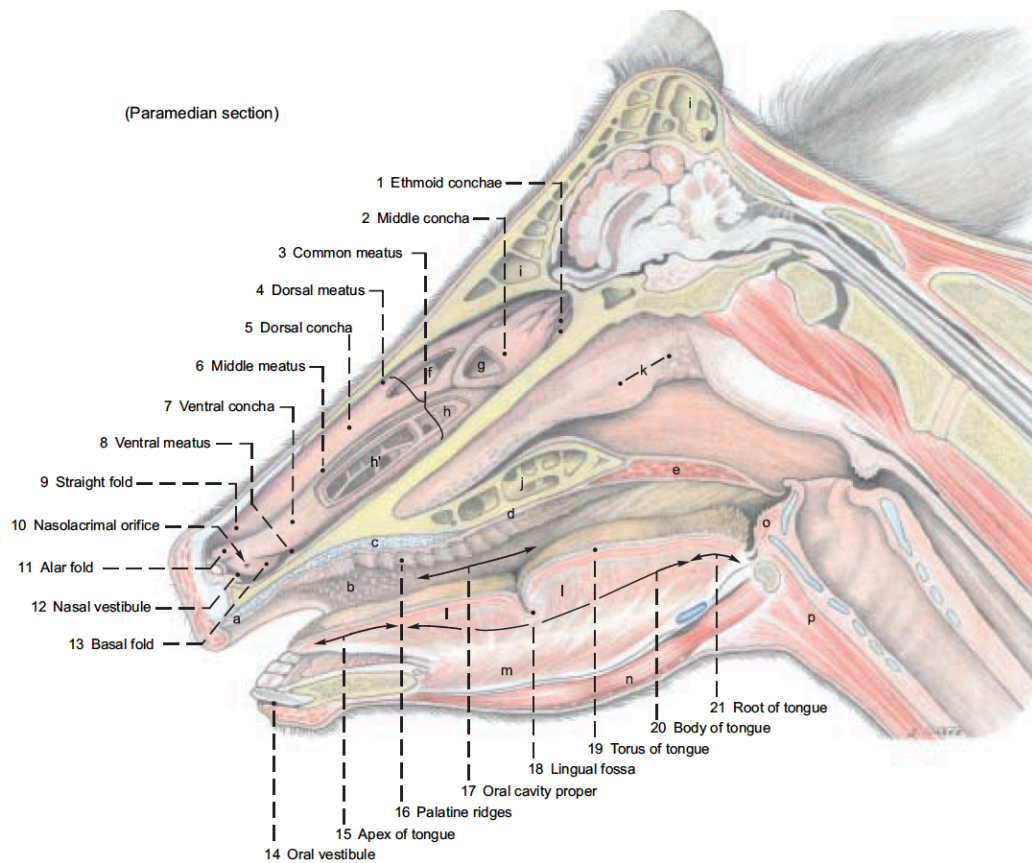


Figura 1. Imagen de un corte paramedial del cráneo bovino, dónde podemos observar la cavidad bucal y nasal. Imagen adaptada de Budras and Habel 2011.

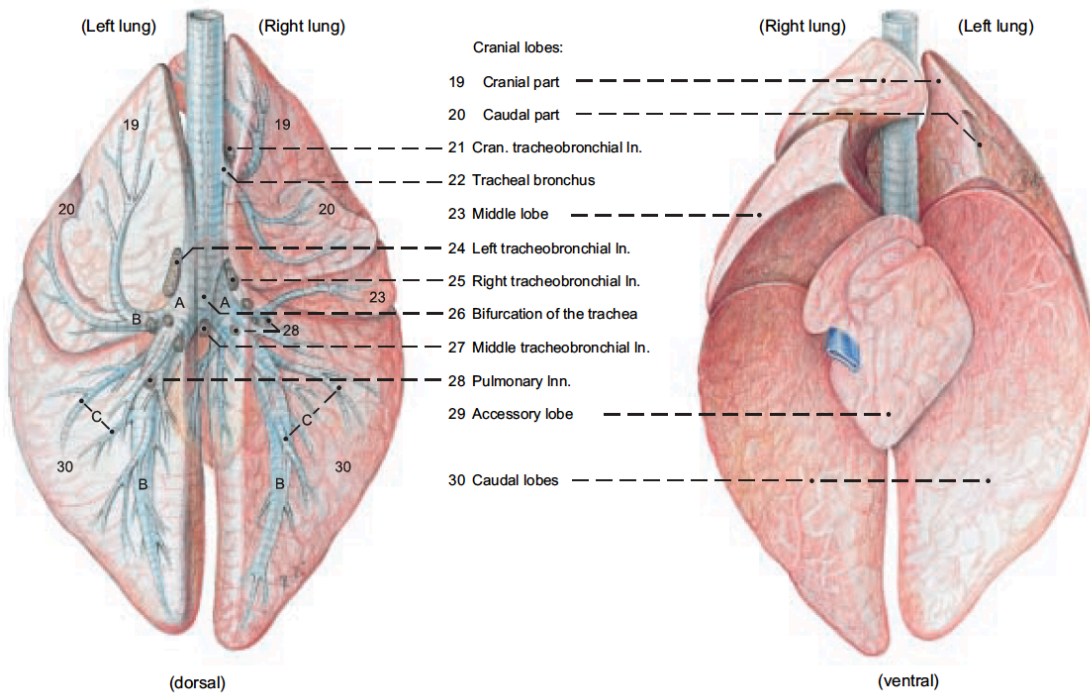


Figura 2. Imagen dorsal y ventral de los lóbulos pulmonares tanto derechos como izquierdos. Imagen adaptada de Budras and Habel 2011.

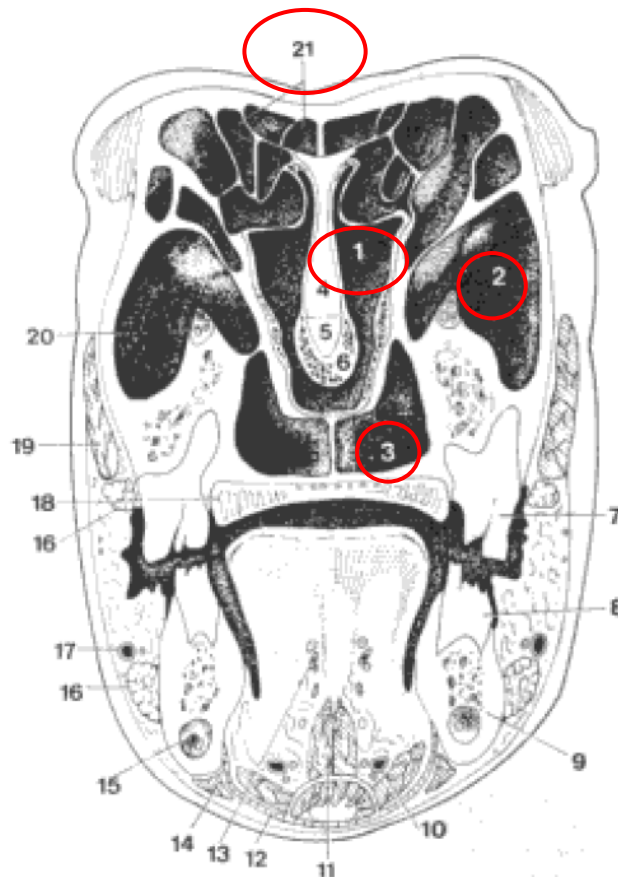


Figura 3. Imagen de un corte transversal dónde vemos cavidad nasal y bucal. En ella vemos en el número 1 la cavidad nasal, en el 2 el seno maxilar, en el 3 el seno palatino y en el 21 el seno frontal rostral. Imagen adaptada de Hanan, 1990.

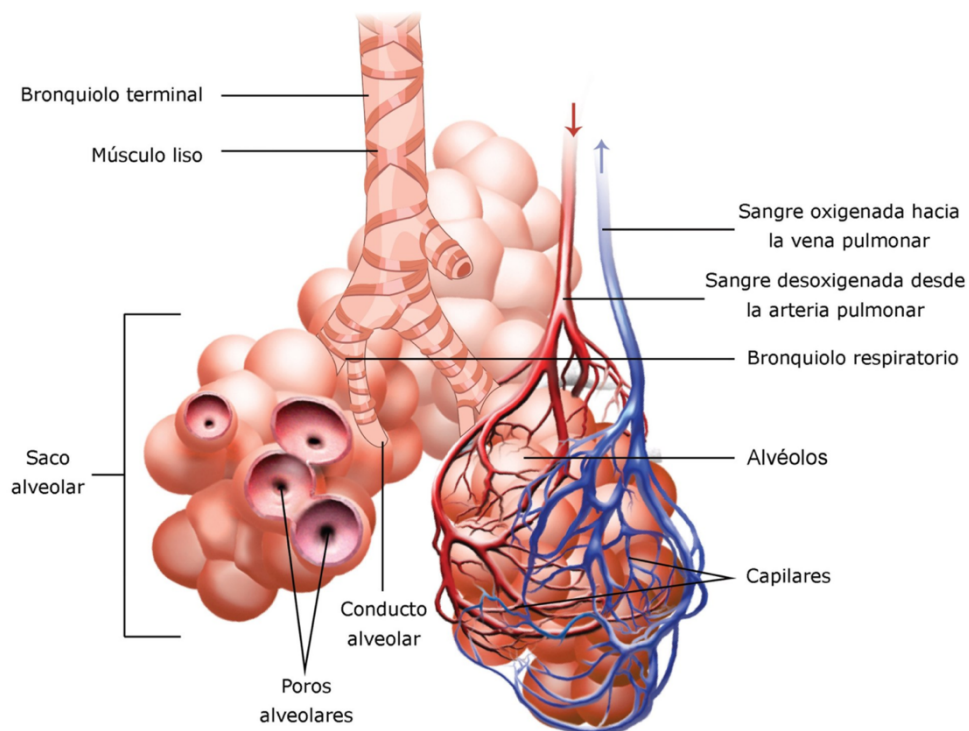


Figura 4. Imagen esquemática del alvéolo pulmonar y la red de capilares que permiten el intercambio gaseoso. Imagen extraída de google imágenes



Figura 5. Imagen de broncopneumonia catarral- purulenta en los lóbulos craneales derechos en un pulmón de bovino. Imagen adaptada de *Veterinary Pathology Image Database*.

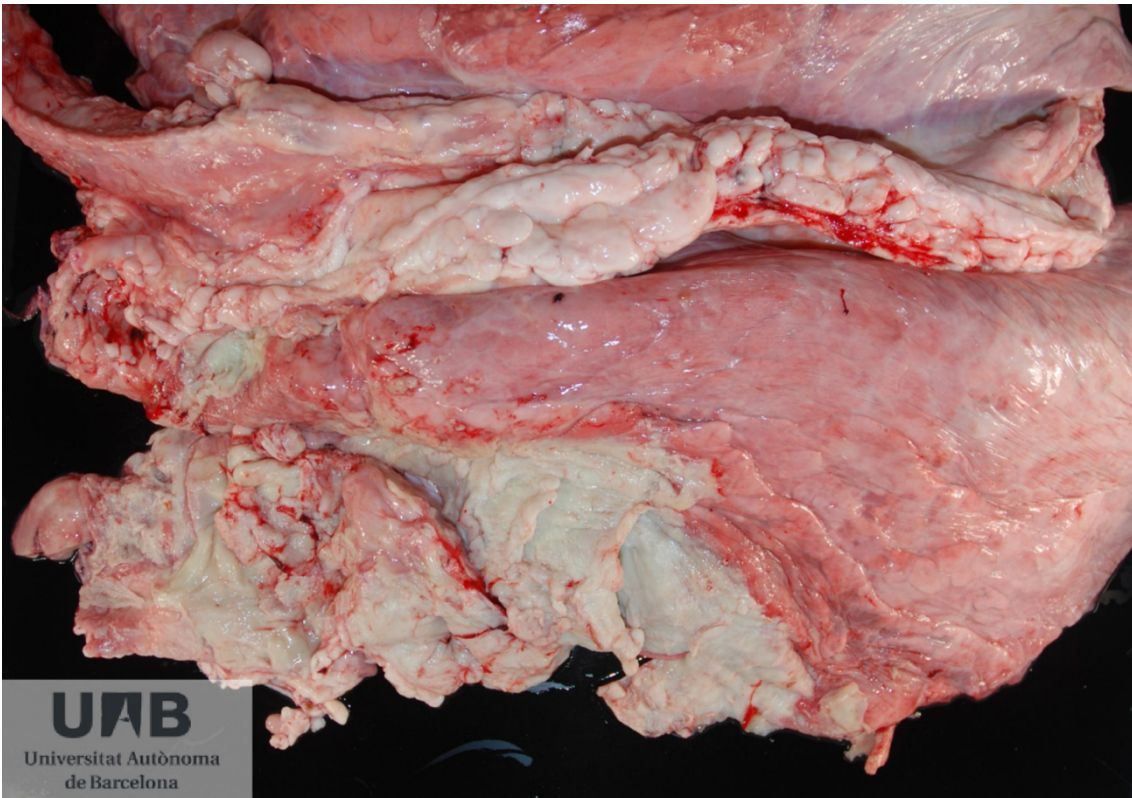


Figura 6. Imagen de broncopneumonia fibrinosa en un pulmón de bovino. Imagen adaptada de *Veterinary Pathology Image Database*.



Figura 7. Descarga nasal normal. Puntuación 'clinical scoring' 0. Imagen adaptada de Aly *et al.*, 2014.



Figura 8. Afectación en la descarga nasal en bovino. Puntuación de 'clinical scoring' 1-3. Imagen adaptada de Aly *et al.*, 2014.



Figura 9. Descarga ocular normal. Puntuación 'clinical scoring' 0. Imagen adaptada de Aly *et al.*, 2014.



Figura 10. Afectación en la descarga ocular en bovino. Puntuación de 'clinical scoring' 1-3. Imagen adaptada de Aly *et al.*, 2014.



Figura 11. Posición normal de cabeza y orejas. Puntuación 'clinical scoring' 0. Imagen adaptada de Aly *et al.*, 2014.

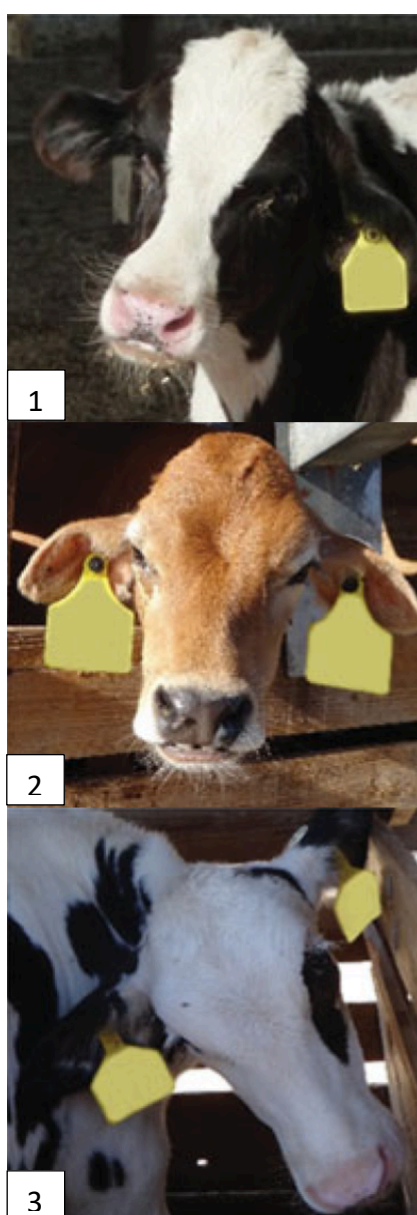
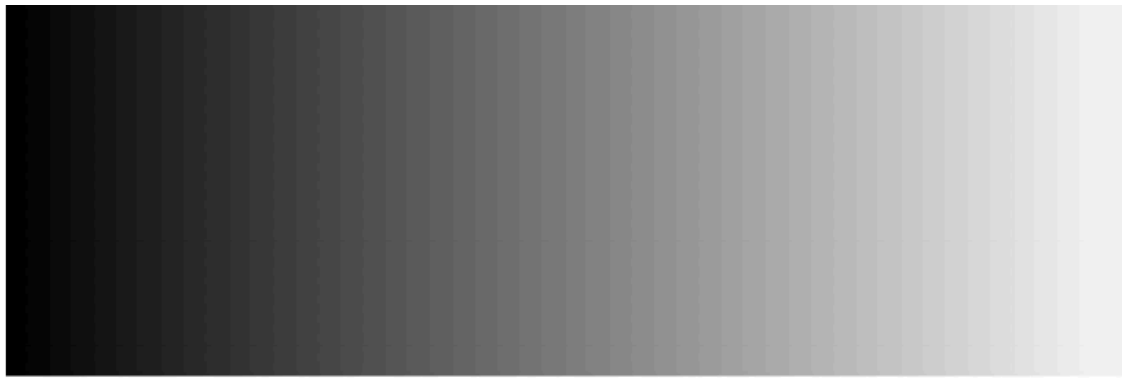


Figura 12. Afectación en la posición de la cabeza y las orejas. Puntuación de 'clinical scoring' 1-3. Imagen adaptada de Aly *et al.*, 2014.



AIRE	GRASA	AGUA (T. BLANDOS)	HUESO	METAL
------	-------	----------------------	-------	-------

Figura 13. Densidades básicas en radiografía. Imagen adaptada de Pico, 2016.

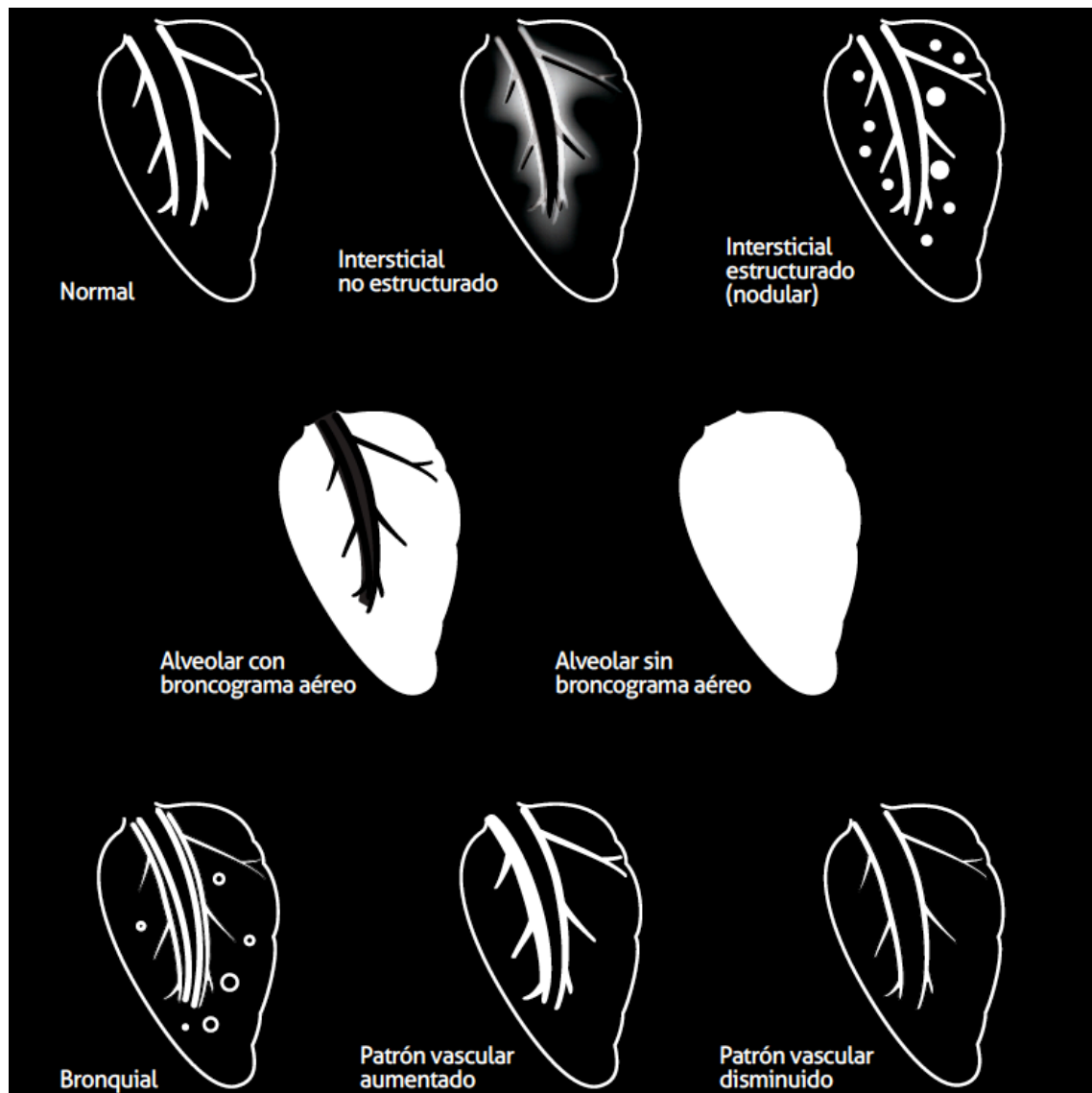


Figura 14. Representación gráfica de los principales patrones pulmonares en radiografía torácica. Imagen adaptada de Liste, 2010.

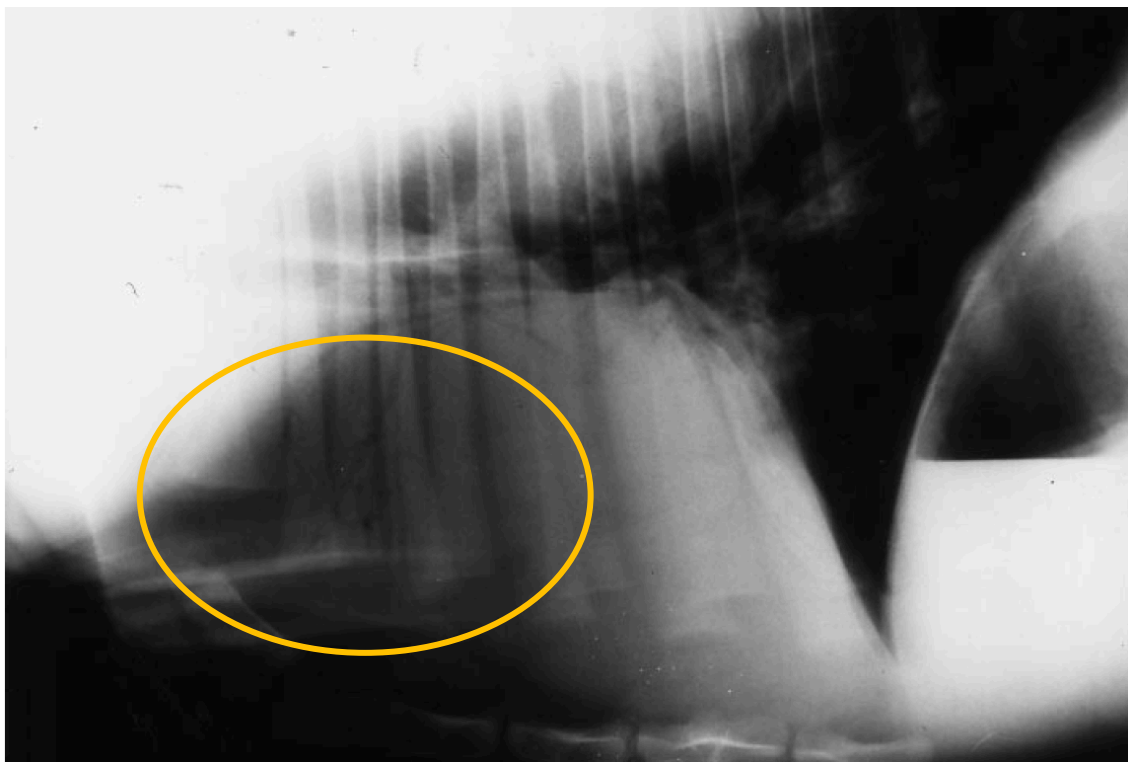


Figura 15. Radiografía Latero-lateral en un ternero con patrón bronquial en los lóbulos pulmonares craneales. Se puede observar broncograma adaptado de Tegtmeier and Arnbjerg, 2000.

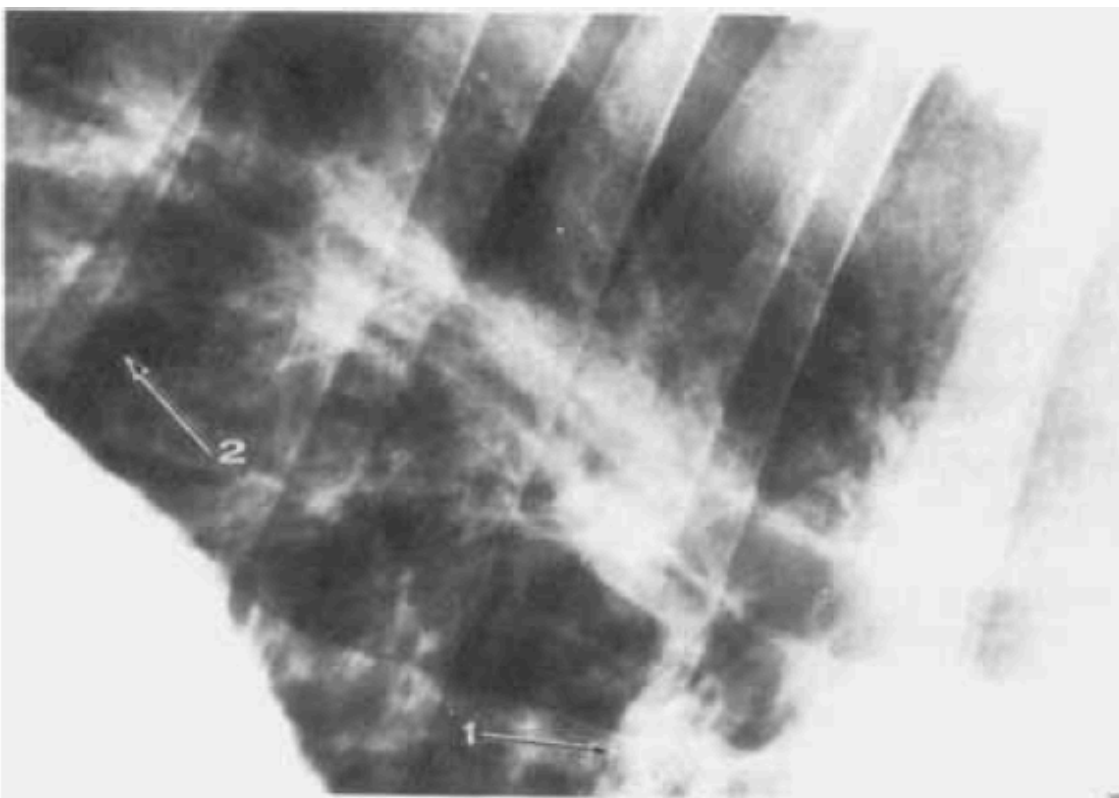


Figura 16. Radiografía latero-lateral de un ternero con patrón bronquial debido a una bronconeumonía purulenta diagnosticada postmortem. Adaptado de Lee, 1974.

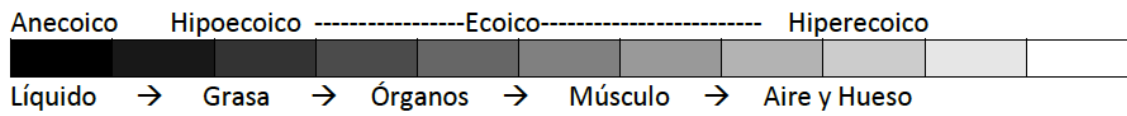


Figura 17. Ecogenicidades de los tejidos. Adaptado de Borrego and González, 2014.

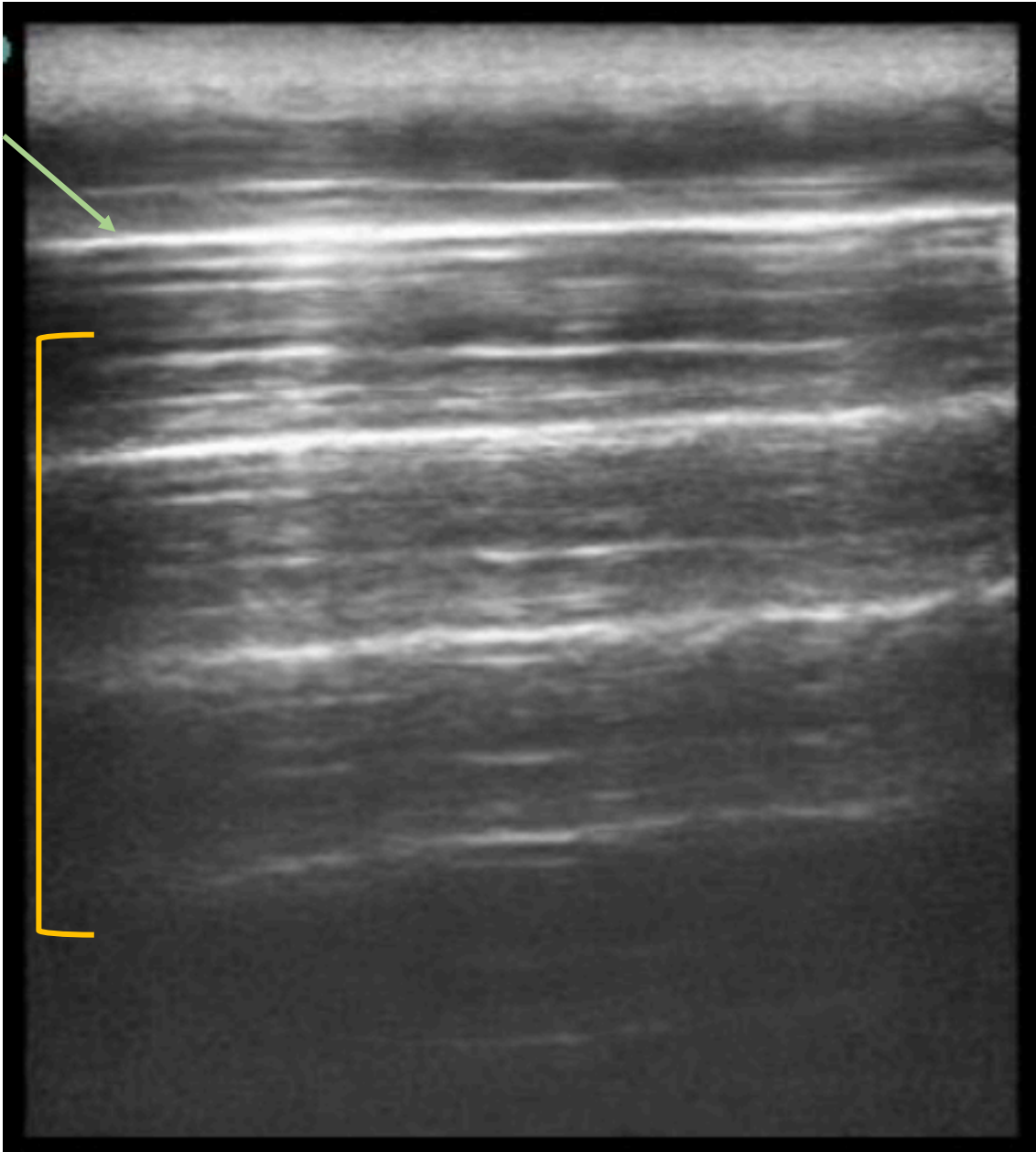


Figura 18. Ecografía pulmonar en ternero, imagen de un pulmón sano, con la línea pleural (flecha verde) y artefacto de reverberación (corchete amarillo) como consecuencia del aire de un pulmón sano. Imagen adaptada de Perez Villalobos, 2016.

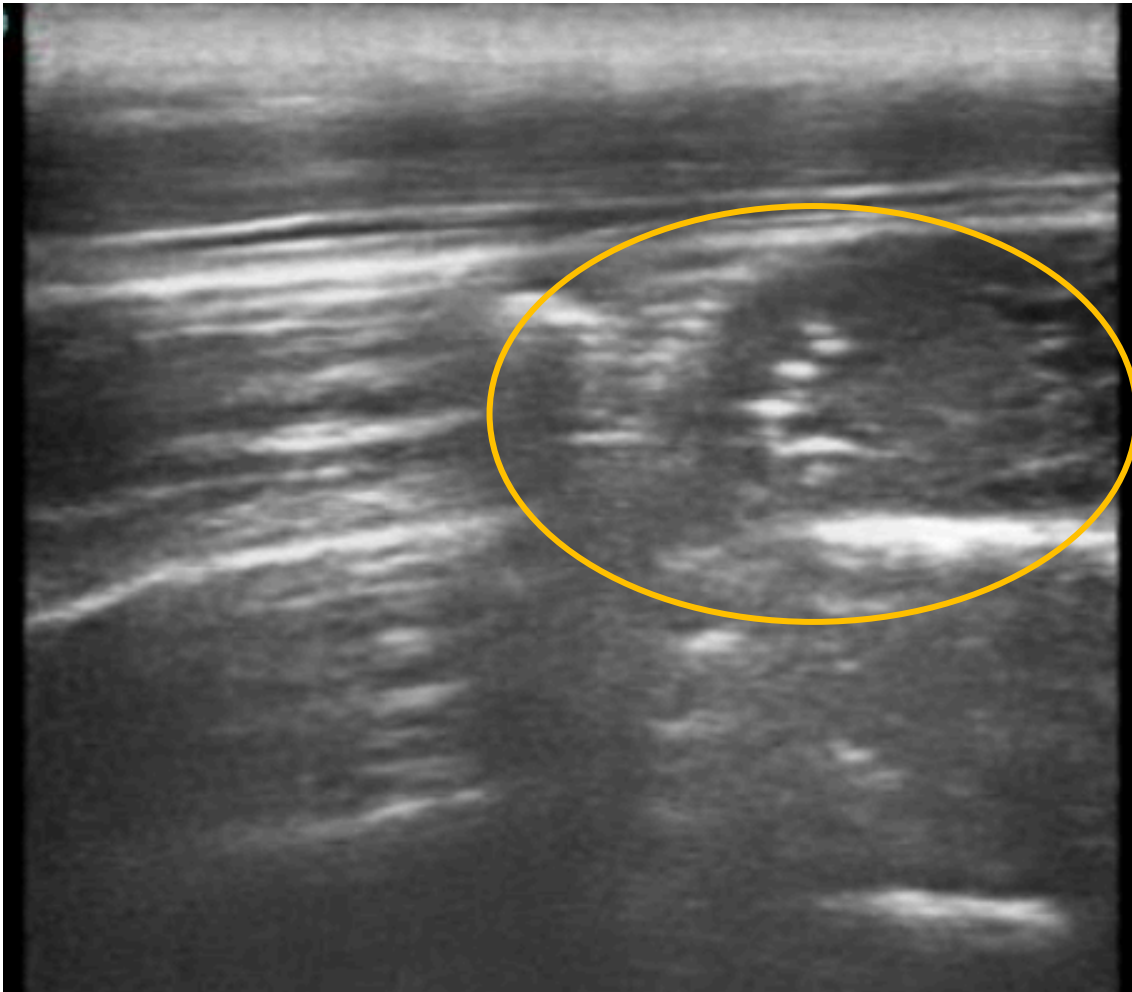


Figura 19. Ecografía pulmonar en ternero, imagen de un pulmón con neumonía, imagen de consolidación pulmonar. Imagen adaptada de Perez Villalobos, 2016.

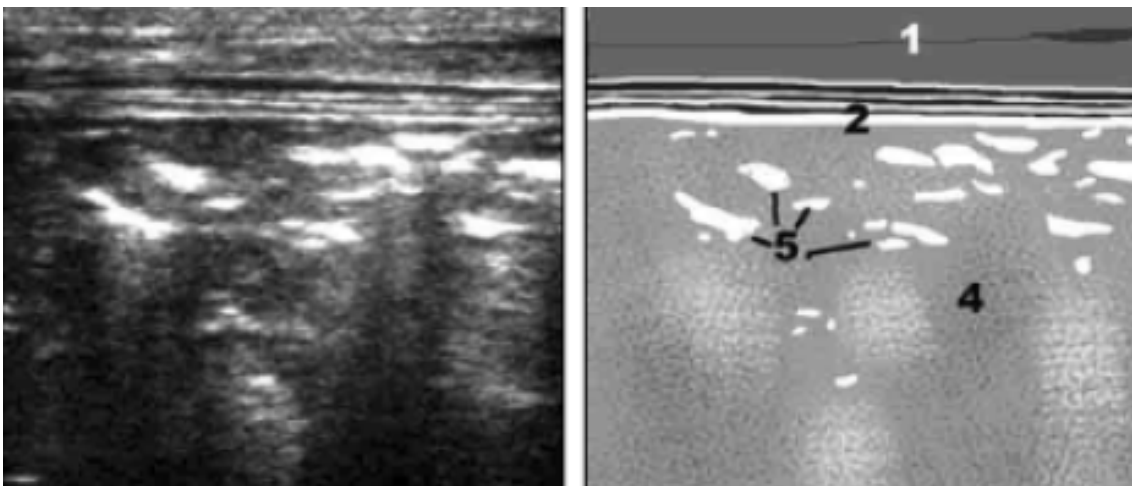


Figura 20. Ecografía pulmonar en ternero con consolidación pulmonar (4) y zonas hiperecogénicas debido a la inflamación crónica (5). Imagen adaptada de Jung and Bostedt, 2004.

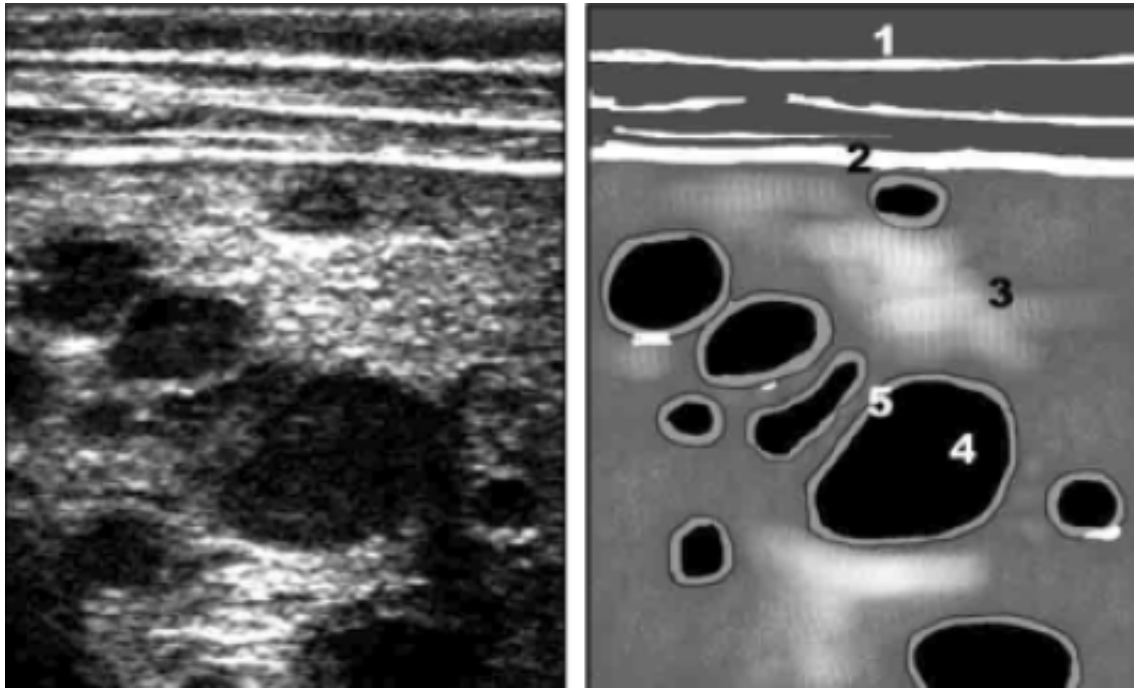


Figura 21. Ecografía pulmonar en ternero con abscesos pulmonares (4) y consolidación pulmonar (3). Imagen adaptada de Jung and Bostedt, 2004.

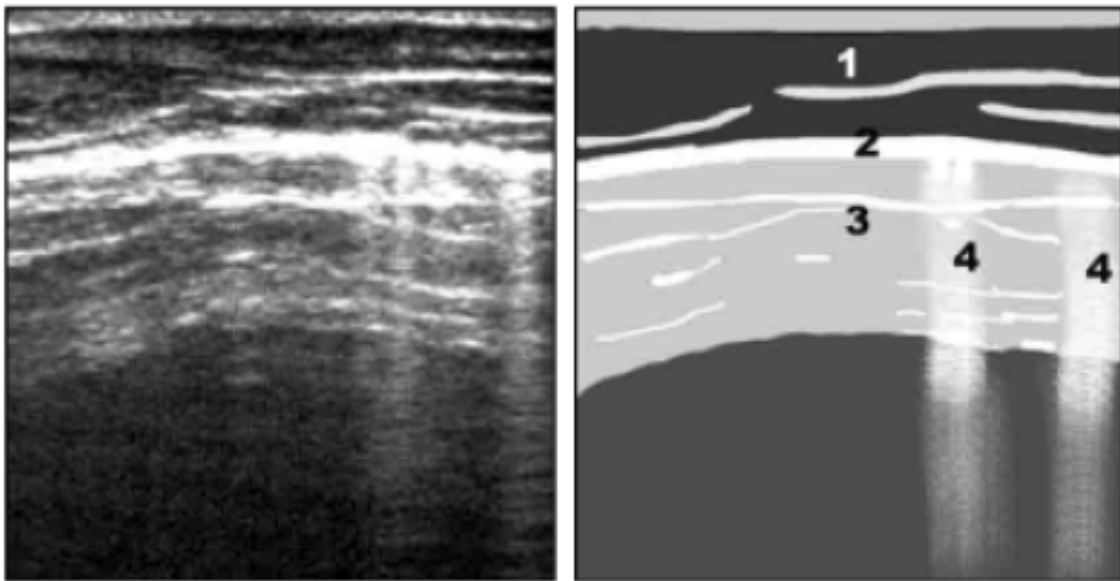


Figura 22. Ecografía pulmonar en ternero con lesiones en la pleura que nos producen el artefacto de cola de cometa (4). Imagen adaptada de Jung and Bostedt, 2004.

11. BIBLIOGRAFÍA

Abril Ámez, E. *et al.* (2014) 'Realización de toracoscopia en terneros con srb', *Reduca*, 6(1), pp. 260–264.

Abutarbush, S. M. *et al.* (2012) 'Evaluation of the diagnostic and prognostic utility of ultrasonography at first diagnosis of presumptive bovine respiratory disease', *Canadian Journal of Veterinary Research*, 76(1), pp. 23–32.

Aguirre, L. (2017) 'Virus Respiratorio Sincicial (VRS)', pp. 161–167.

Aly, S. S. *et al.* (2014) 'Agreement between bovine respiratory disease scoring systems for pre-weaned dairy calves', *Animal Health Research Reviews*, 15(2), pp. 148–150. doi: 10.1017/S1466252314000164.

Arcangioli, M. A. *et al.* (2008) 'The role of *Mycoplasma bovis* in bovine respiratory disease outbreaks in veal calf feedlots', *Veterinary Journal*, 177(1), pp. 89–93. doi: 10.1016/j.tvjl.2007.03.008.

Arias, R. A., Mader, T. L. and Escobar, P. C. (2008) 'Factores climáticos que afectan el desempeño productivo del ganado bovino de carne y leche', *Archivos de Medicina Veterinaria*, 40(1), pp. 7–22. doi: 10.4067/s0301-732x2008000100002.

Autio, T. *et al.* (2007) 'Etiology of respiratory disease in non-vaccinated, non-medicated calves in rearing herds', *Veterinary Microbiology*, 119(2–4), pp. 256–265. doi: 10.1016/j.vetmic.2006.10.001.

Ayers, S. (2012) *Small Animal Radiographic Techniques and Positioning*. First edit. Wiley Blackwell.

Babkine, M. and Blond, L. (2009) 'Ultrasonography of the Bovine Respiratory System and Its Practical Application', *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice*, 25(3), pp. 633–649. doi: 10.1016/j.cvfa.2009.07.001.

Barrera, E. (2006) 'Coronavirus bovino: Infecciones neumoentéricas', *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, VII(12), pp. 1–28.

Blanco Penedo, I. (2008) *Situación actual de las granjas ecológicas de ganado vacuno de Galicia. Comparación con los sistemas de explotación tradicional e intensivo*. Universidad de Santiago de Compostela.

Borrego, R. and González, R. (2014) 'Fundamentos básicos de ecografía', *Manual de ecografía SECIP*, pp. 1–16.

Buczinski, S. *et al.* (2014) 'Comparison of thoracic auscultation, clinical score, and ultrasonography as indicators of bovine respiratory disease in preweaned dairy calves', *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 28(1), pp. 234–242. doi: 10.1111/jvim.12251.

Buczinski, S., Forté, G. and Bélanger, A. M. (2013) 'Short communication: Ultrasonographic assessment of the thorax as a fast technique to assess pulmonary lesions in dairy calves with bovine respiratory disease', *Journal of Dairy Science*. Elsevier, 96(7), pp. 4523–4528. doi: 10.3168/jds.2012-6506.

Budras, K. D. and Habel, Robert E. (2011) *Bovine Anatomy*. First Edit, *Bovine Anatomy*. First Edit. Germany: Schlutersche. doi: 10.1201/9783842683594.

Bushong, S. C. (2018) *Manual de radiología para técnicos*. Undécima E. Elsevier.

- Callan, R. J. and Garry, F. B. (2002) 'Biosecurity and bovine respiratory disease', *The Veterinary clinics. Food Animal Practice*, 18, pp. 57–77.
- Carvajal, J. L. and Jimeno, V. (1994) 'El Síndrome Respiratorio Bovino', *Mundo Ganadero*, pp. 7–8.
- Cockcroft, P. (2015) *Bovine Medicine*. Third Edit. Wiley Blackwell.
- Conangla, L. (2020) 'Introducción a ecografía pulmonar', in *Ecografía pulmonar en la enfermedad por COVID-19*. Fundación de atención primaria, p. 38.
- Constable, P. D. et al. (2017) 'Diseases of the respiratory system', in *Veterinary Medicine*. Eleventh e. Elsevier, pp. 845–1095. doi: 10.1002/9781118977705.ch21.
- Cruz Arámbulo, R. et al. (1998) 'Aspectos radiográficos del tracto respiratorio posterior y cavidad torácica en potros clínicamente sanos', *Revista científica de veterinaria*, VIII(3), pp. 282–289.
- Cusack, P. M. V., McMeniman, N. and Lean, I. J. (2003) 'The medicine and epidemiology of bovine respiratory disease in feedlots', *Australian Veterinary Journal*, 81(8), pp. 480–487. doi: 10.1111/j.1751-0813.2003.tb13367.x.
- D. Pennick, M. d'Anjou (2015) *Atlas of small animal ultrasonography*. Second edi. Wiley Blackwell.
- Dawkins, M. S. (2017) 'Animal welfare and efficient farming: Is conflict inevitable?', *Animal Production Science*, 57(2), pp. 201–208. doi: 10.1071/AN15383.
- Diarrea Viral Bovina (DVB) | Zoetis AR. Available at: https://ar.zoetis.com/conditions/bovinos/diarrea-viral-bovina-_dvb_.aspx (Accessed: 19 May 2020).
- Díez Bru, N. (1992) 'Principios básicos de la ecografía', *Clínica veterinaria de pequeños animales*, 12(3), pp. 138–147.
- Fulton, R. W. (2009) 'Bovine respiratory disease research (1983-2009).', *Animal health research reviews / Conference of Research Workers in Animal Diseases*, 10(2), pp. 131–139. doi: 10.1017/S146625230999017X.
- Gómez González, B. and Escobar, A. (2006) 'Estrés y sistema inmune', *Revista Cubana de Hematología, Inmunología y Hemoterapia*, 7(1), pp. 30–38.
- Gorden, P. J. and Plummer, P. (2010) 'Control, management, and prevention of bovine respiratory disease in dairy calves and cows', *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice*. Elsevier Ltd, 26(2), pp. 243–259. doi: 10.1016/j.cvfa.2010.03.004.
- Griffin, D. (2014) 'The monster we don't see: Subclinical BRD in beef cattle', *Animal Health Research Reviews*, 15(2), pp. 138–141. doi: 10.1017/S1466252314000255.
- Grissett, G. P., White, B. J. and Larson, R. L. (2015) 'Structured Literature Review of Responses of Cattle to Viral and Bacterial Pathogens Causing Bovine Respiratory Disease Complex', *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 29(3), pp. 770–780. doi: 10.1111/jvim.12597.
- Guerrero, C. and Sánchez, C. (2017) 'Procedimientos en Microbiología Clínica Recomendaciones', *Sociedad Española de Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*, p. 27. doi: 10.1080/15325008.2017.1292569.

Hanan, G. (1990) *Anatomía Aplicada del bovino*. Primera Ed. IICA.

HIPRA | Parainfluenza-3 bovina. *Enfermedades animales*. Available at: <https://www.hipra.com/portal/es/hipra/knowledge/bgdetail/bovine-parainfluenza-3-virus/bovine-parainfluenza-3> (Accessed: 19 May 2020).

Houterp, M. F. J. Van *et al.* (1995) 'Effects of dietary protein intake on responses of young sheep to infection with *Trichostrongylus colubriformis*', *Veterinary Parasitology*, 56(94), pp. 163–180.

Jiménez, A. (2007) 'Enfermedades Respiratorias Bovinas', *Axón Comunicación*, 10, p. 10.

Jung, C. and Bostedt, H. (2004) 'Thoracic ultrasonography technique in newborn calves and description of normal and pathological findings', *Veterinary Radiology and Ultrasound*, 45(4), pp. 331–335. doi: 10.1111/j.1740-8261.2004.04063.x.

Kiser, J. N. *et al.* (2017) 'Rapid communication: Subclinical bovine respiratory disease - loci and pathogens associated with lung lesions in feedlot cattle', *Journal of Animal Science*, 95(6), pp. 2726–2731. doi: 10.2527/jas2017.1548.

König, V. and Liebich, M. (2008) *Anatomía de los animales domésticos*. Segunda Ed. Panamerica.

Krysztal, K. (2016) 'Detección de Adenovirus en muestras de barro mediante técnicas moleculares .', pp. 1–74.

Lee, R. (1974) 'Bovine Respiratory Disease: Its Radiological Features', *Veterinary Radiology*, 15(1), pp. 41–47. doi: 10.1111/j.1740-8261.1974.tb00669.x.

Lillie, L. E. (1974) 'The bovine respiratory disease complex.', *Canadian Veterinary Journal*, 15(9), pp. 233–242.

Liste, F. (2010) *Atlas veterinario de diagnostico por imagen*. Primera ed. Servet.

Love, W. J. *et al.* (2014) 'Development of a novel clinical scoring system for on-farm diagnosis of bovine respiratory disease in pre-weaned dairy calves', *PeerJ*, 2014(1), pp. 1–25. doi: 10.7717/peerj.238.

Maillard, R., Sebastien, A. and Douart, A. (2006) 'Respiratory disease in adult cattle', in *World buiatrics congress*. France, p. 14.

Masseau, I. *et al.* (2008) 'Radiographic detection of thoracic lesions in adult cows: A retrospective study of 42 cases (1995-2002)', *Canadian Veterinary Journal*, 49(3), pp. 261–267.

McGuirk, S. M. (2008) 'Disease Management of Dairy Calves and Heifers', *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice*, 24(1), pp. 139–153. doi: 10.1016/j.cvfa.2007.10.003.

Ollivett, T. L. and Buczinski, S. (2016) 'On-Farm Use of Ultrasonography for Bovine Respiratory Disease', *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice*, 32(1), pp. 19–35. doi: 10.1016/j.cvfa.2015.09.001.

Patel, N. *et al.* (2017) 'Bovine Respiratory Disease Complex: A Critical Review', *International Journal of Livestock Research*, (January 2017), p. 1. doi: 10.5455/ijlr.20170513101049.

Peek, S. F., Ollivett, T. L. and Divers, T. J. (2018) *Respiratory Diseases*. Third Edit, *Rebhun's Diseases of Dairy Cattle: Third Edition*. Third Edit. Elsevier. doi: 10.1016/B978-0-323-39055-2.00004-8.

Perez Villalobos, N. (2016) *Herramientas innovadoras en el diagnóstico del síndrome respiratorio bovino (SRB)*. Universidad Computense de Madrid.

Pico, L. A. G. (2016) 'Fundamentos generales de la radiología simple', pp. 1–10.

Prasse, K. W. and Sexton, J. W. (1972) 'Fluid and Acid-Base Balance in Cattle: A Guide for Supportive Fluid Therapy', *Iowa State University*, 34(2), p. 7. Available at: https://lib.dr.iastate.edu/iowastate_veterinarian/vol34/iss2/7.

Preciado Ramírez, M. and Luna Cano, L. (2010) 'Medidas Básicas de Protección Radiológica', *Cancerología*, 5, pp. 25–30.

Ruiz, J., Jaime, J. and Vera, V. (2008) 'Bovine Herpesvirus-1: The Role of Latency-Related Genes', *Acta Biologica Colombiana*, 13(1), pp. 3–22.

Rushen, J. *et al.* (2008) *The Welfare of Cattle*. First edit. Springer. doi: 10.1007/978-1-4020-6558-3.

Sánchez Martínez, D. P. (2013) *Diagnóstico de procesos patológicos en ungulados domésticos sacrificados en matadero en el sureste de España*. Universidad de Murcia.

Sánchez, T. and Concha, I. (2018) 'Neumología', in, pp. 101–106.

Smith, R. A. (1998) 'Impact of Disease on Feedlot Performance: A Review', *Journal of Animal Science*, 76(1), pp. 272–274. doi: 10.2527/1998.761272x.

Snowder, G. D. *et al.* (2006) 'Bovine respiratory disease in feedlot cattle: Environmental, genetic, and economic factors', *Journal of Animal Science*, 84(8), pp. 1999–2008. doi: 10.2527/jas.2006-046.

Sordillo, L. M. (2016) 'Nutritional strategies to optimize dairy cattle immunity', *Journal of Dairy Science*. American Dairy Science Association, 99(6), pp. 4967–4982. doi: 10.3168/jds.2015-10354.

Syva (2011) 'Vademecum', p. 130.

Tegtmeier, C. and Arnbjerg, J. (2000) 'Evaluation of radiology as a tool to diagnose pulmonic lesions in calves, for example prior to experimental infection studies', *Journal of Veterinary Medicine, Series B*, 47(3), pp. 229–234. doi: 10.1046/j.1439-0450.2000.00331.x.

Thrall, D. E. (2018) *Veterinary Diagnostic Radiology*. Seventh ed. Elsevier.

Trigo, F. J. (1987) *El complejo respiratorio infeccioso de los bovinos y ovinos*, *Ciencia Veterinaria*. Universidad Nacional Autónoma de México.

Veit, H. P. and Farrell, R. L. (1978) 'The anatomy and physiology of the bovine respiratory system relating to pulmonary disease', *Cornell Vet.*, 68(4), pp. 555–581.

Veterinary Pathology Image Database. Available at: <https://veterinariavirtual.uab.cat/archivopatologia/search.php?spe=11&org=5&les=313&slesH=0&sslesH=0&eti=0&dis=0&subm=Search> (Accessed: 20 May 2020).